

m

Mathesis. Architectura hydraulica
514

R

ALLGEMEINE
AUF
GESCHICHTE UND ERFAHRUNG
GEGRÜNDETE
THEORETISCH - PRACTISCHE
WASSERBAUKUNST

von

C. F. WIEBEKING;

Chur - Pfalzbaierischen Geheimenrath; der Physikalisch - ökonomischen Gesellschaft zu Heidelberg; der Batavischen Gesellschaft der Experimental - Philosophie zu Rotterdam; der königlichen Societät der Wissenschaften zu Göttingen; der Societät der Wissenschaften zu Haarlem Mitglied und des Französischen National - Instituts Correspondenten.

VIERTER BAND
MIT
DREY UND ZWANZIG KUPFERTAFELN.

Auf Kosten und im Verlage des Verfassers.

DARMSTADT,
gedruckt bey *Johann Franz Peter Stahl*
1805.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

DEM

ALLERDURCHLAUCHTIGSTEN, GROSMÄCHTIGSTEN

KAISER ALLER REUSEN

A L E X A N D E R I.

ALLERDURCHLAUCHTIGSTER GROSMÄCHTIGSTER KAISER

ALLERGNÄDIGSTER KAISER UND HERR!

Die grofsen; den Nationalreichthum und die Stärke des Russischen Reichs vermehrenden so wie dessen Ruhe nach Aussen sichernden Bauwerke aller Art, womit Ew. Kaiserl. Majestät Ihre Staaten beglücken, sind die redendsten Beweise von dem lebhaftesten Antheil, den Allerhöchstdieselben an den Fortschritten der Wasserbaukunde nehmen! Der Wunsch, Ew. Kaiserl. Majestät diesen Band ehrfurchtsvoll zu widmen, war daher sehr natürlich und ich werde mich in einem hohen Grade glücklich schätzen, wenn Sie dessen Inhalt, der mir vor drey Jahren huldreichst ertheilten Erlaubnifs, ihn Allerhöchstdenselben zueignen zu dürfen, nicht ganz unwürdig finden sollten.

Dadurch, dafs Ew. Kaiserl. Majestät mit Hülfe der Wasserbaukunde — welche ein weites Gebiet des menschlichen Wissens einnimmt, die den wesentlichsten Einflufs auf das Wohl der Staaten und die Achtung, welche ihnen von den Zeitgenossen und den Nachkommen gezollt wird, hat und womit sich alle grofse Regenten die bleibendsten, den Dank und die Verehrung der Nachwelt erregenden Monumente gesetzt haben — neue Häfen, Canäle, Maschinen und Wasserleitungen anlegen; die Flüsse wohlthätig für ihre Anwohner und für die Schifffahrt bequem leiten und Moräste austrocknen lassen, verbreiten Sie neue Zweige der Industrie und des Handels; zwingen dem Boden gröfsere und vielfachere

Erträgnisse ab; befördern daher die Concurrenz der Lebensbedürfnisse aller Art, als das einzige Mittel, diese zu einem erträglichen Preise zu erhalten. Sie erleichtern so die Communication der Völker, welche unter Ihrem Scepter sich einer ächten Bildung des Geistes und Ausbreitung der Moralität erfreuen werden, die den Menschen heben und die Stärke jedes Staats, auf eine ohne diese für ihn unerreichbare Stufe stellen.

Alle Männer denen das Wohl der Menschheit am Herzen liegt und die stets an den Fortschritten, welche die Wissenschaften machen; das lebhafteste Vergnügen haben, indem sie entweder die Talente anderer unterstützen oder ihre eigenen anstrengen, vereinigen sich daher, Ew. Kaiserl. Majestät aufrichtig zu verehren und berechnen im Voraus die wohlthätigen Folgen, welche aus Allerhöchstdero Regierungs-Maximen, wonach auch Ew. Kaiserl. Majestät die Kenntnisse und den Eifer Ihrer würdigen Staatsdiener ungesucht belohnen und kräftig unterstützen — nicht nur für das Russische Reich; sondern auch für andere Staaten entspringen werden.

Mit dieser Ueberzeugung ersterbe ich in tiefster Ehrfurcht

EW. KAISERLICHEN MAJESTÄT

Wien den 2ten Dec. 1804.

allerunterthänigster Diener

Wiebeking,

K. K. wirklicher Hofrath bey der K. K. vereinigten Hofkanzley und K. K. Finanzhofstelle.

VORREDE.

Endlich kann ich, nachdem seit Herausgabe des dritten Bandes drey und ein halbes Jahr verstrichen sind, diesen vierten liefern. Nicht als Schriftsteller will ich dessen verspätete Erscheinung rechtfertigen, weil ich dadurch auf meine Arbeiten zu viel Werth legen und ein Verlangen des Publikums, dieselbe zu besitzen, voraussetzen würde. Ich glaube daher blos bemerken zu müssen, dafs während der drey Jahre, in denen ich die Ehre hatte: dem Kaiserlich Königlichen Bauwesen, als Referent bey den Hofstellen vorzustehen, meine Berufs - Arbeiten und Reisen mich auf eine solche Art beschäftigten, dafs ich die zur Abfassung dieses Bandes gebrauchte Zeit nur den Nächten abgewinnen mufste, zumahl mir das Bestreben, dem Staate nach meinen Kräften nützlich zu seyn, auch die Abfassung der Anweisung über den Strafsenbau und des 2ten Bandes der Uebersicht der Wasserbaukunst auferlegte: Schriften, welche meine Absichten erleichtern sollten.

Diesen Band hatte ich bis auf den letzten Bogen vollendet, als mich das für einen Familienvater beruhigende Pfalzbaierische Pensions-System, den Entschlufs fassen liefs: die Kaiserlich Königliche Dienste zu quittiren und in die Chur - Pfalzbaierischen zu treten. Man findet da-

her mehrere Stellen in diesem Bande, worin ich als Kaiserlich Königlicher Staatsdiener spreche, welche aber so bleiben muſsten, da sie bereits abgedruckt waren. Uebrigens werde ich die huldreiche Art, womit *Se. Majestät der Kaiser* mich stets über die in meinem Departement obgewalteten wichtigsten Geschäfte mit Interesse angehört und sich mit mir zu unterhalten die Gnade gehabt haben, nie vergessen, oder mich ihrer unwürdig machen.

Das Glück, *Sr. Churfürstlichen Durchlaucht* und unter einem activen und klugen Minister, dem Freyherrn von *Montgelas* zu dienen, legt mir die Pflicht auf, den fünften Band, womit dieses Werk geschlossen wird, dergestalt abzufassen, daſs er seinen Vorgängern nicht nachstehe.

Darin kann ich erst den Canalbau und die Schiffbahrmachung der Flüsse aufnehmen; Gegenstände, die ich nach der Vorrede des dritten Bandes schon in diesem abzuhandeln Willens war, welches aber unterbleiben muſste, weil während der Bearbeitung die übrigen Materien dergestalt anwuchsen, daſs sie diesen vierten Band gänzlich eingenommen haben.

München den 20. März 1805.

Der Verfasser.

Fortgesetztes Pränumerations-Verzeichniſs nach alphabetischer Ordnung.

	Exemplare.
Das Admiralitäts-Collegium in Copenhagen	1
Sr. Excellenz der Kaiserl. Königl. wirkliche Geheimerrath Graf von Appony	1
Sr. Excellenz der General-Landes Commissair Graf von Arco zu Ulm	1
Der Chur-Sächsische Ober-Kriegscommissär, Herr Becker in Dresden	1
Herr von Bethmann, Ritter des Russischen St. Annen-Ordens	1
Sr. Excellenz der Portugiesische Gesandte in Haag, Ritter Bezerra	1
Sr. Excellenz der Vice-Präsident bey der Finanz-Hofstelle, Baron von Bartenstein	1
Sr. Excellenz der wirkliche Kaiserl. Königl. Geheimerrath, Graf Brigido	1
Die Börse-Deputation in Triest	1
Die Herzoglich Sächsische Bibliothek in Gotha	1
Sr. Eminenz der Fürstbischoff zu Cremsir in Mähren, Graf Colloredo	1
Der Kaiserl. Königl. wirkliche Hofrath, Graf Colloredo in Wien	1
Sr. Königl. Hoheit der Kronprinz von Dänemark	1
Sr. Durchlaucht der junge Fürst Esterhazy	1
Herr Gruber, Ingenieur zu Holitsch in Mähren	1
Herr Wegedirektor Groſs in Gallizien	1
Der Kaiserl. Königl. Hofkriegsrath in Wien	4
Sr. Excellenz der wirkliche Kaiserl. Königl. Geheimerrath von Horwarth	1
Die Churfürstl. Ingenieur-Academie in Dresden	1
Das Kaiserl. Königl. Kriegsministerial-Bureau	1

**

Sr. Durchlaucht Fürst Lichtenstein	1
Das Kaiserl. Königl. Marine-Departement in Wien	1
Herr von Neuberg, Banquier in Wien	1
Sr. Fürstlichen Gnaden der Fürstbischoff von Passau	1
Der Dänische Ingenieur-General von Paymann	1
Sr. Excellenz der Kaiserl. Königl. wirkliche Geheimerrath, Graf Pronay .	1
Sr. Majestät der Kaiser von Rufsland	12
Sr. Excellenz der Russische Bothschafter in Wien, Grafen Rosamowsky .	1
Sr. Majestät der König von Schweden	1
Sr. Durchlaucht der Fürst Salm in Mähren	1
Sr. Excellenz der Siebenbürgische Hofkanzler, Grafen von Teleky in Wien	1
Das Kaiserl. Königl. Gubernium in Tyrol	7
Die Königl. Ungarische Schifffahrts-Gesellschaft	1
Herr Baron von Vay in Ungarn	1
Der Kaiserl. Königl. Oberst von Wimmer	1
Die Kaiserl. Königl. Weg-Direction in Mähren	1
Sr. Königl. Hoheit der Herzog von York	1
Mehrere Buchhändler	36

INHALTS-VERZEICHNIS.

Seite

Fortsetzung des fünften Abschnitts vom Hafenbau, welcher die Beschreibung der merkwürdigsten von dem Herrn von Löwenörn erbaueten Dänischen Leuchtthürme enthält. 1 bis 15

Fortsetzung des sechsten Abschnitts vom Hafenbau. Die Beschreibung einiger merkwürdigen Häfen und des Verfassers Vorschlag bey Triest einen sichern Hafen anzulegen, enthaltend. . 16 bis 25

Fünfte Abtheilung der Wissenschaft des Wasserbaues. Damm- oder Deichbau 26 *bis* 116

Erster Abschnitt. Erklärungen. 29 bis 32
Classification der Deiche in See- und Flufsdeiche . . . 32 bis 35
Von der Deichordnung. . 35 bis 36

Zweyter Abschnitt. Grundsätze und practische Maximen bey der Ausübung des Deichbaues. . . . 37 bis 60

Dritter Abschnitt. Von der Sparsamkeit bey Aufführung der Deiche. . 61 bis 69

Vierter Abschnitt. Von der Art und Weise, nach welcher die Erddeiche zweckmäfsig aufgeführt werden. . 69 bis 92

Fünfter Abschnitt. Von der Aufführung der übrigen Arten von Deichen ausser den Erddeichen. . . . 92 bis 106

Seite

Sechster Abschnitt.
a.) Von der Erhaltung und Benutzung der Deiche.
b.) Von den Vorsichtsmaafsregeln bey hohen Wasserständen.
c.) Von den Mitteln, die Deichbrüche zu dichten und die Abschälung der Böschung und Krone wieder herzustellen.
d.) Von dem schnellen Abzapfen des Wassers aus einer grofsen überschwemmten Landschaft und von der Art, wie die Deiche dazu eingerichtet seyn müssen. 106 bis 116

Sechste Abtheilung der Wissenschaft des Wasserbaues. Von den vorzüglichsten Maschinen und Vorrichtungen, die zur Hebung des Wassers aus Baustellen oder zu Austrocknungen, welche zur Aufführung von wichtigen Wasserbauwerken nöthig sind. 117 *bis* 300

Erster Abschnitt. Hauptsätze der Maschinenlehre in einer kurzen systematischen Zusammenstellung . 117 bis 152

Zweyter Abschnitt. Von der Construction und Wirkung derer zur Hebung des Wassers, vorzüglich zur Trockenhaltung der Baustellen und zu den gewöhnlichen Austrocknungen dienenden Maschinen. 153 bis 225

Seite

Dritter Abschnitt. Von der Construction der Rammmaschinen und ihrer Anwendung beym Einschlagen der Pfähle. 226 bis 264

Vierter Abschnitt. Von den vorzüglichsten Maschinen, die gebraucht werden:
- *I.* Um grofse Werkstücke zu heben;
- *II.* Dieselben zu transportiren;
- *III.* Pfähle unter Wasser abzusägen und
- *IV.* Den Grund unter Wasser zu ebnen. 264 bis 299

Siebente Abtheilung der Wissenschaft des Wasserbaues. Schleusenbau. 300 *bis* 489

Erster Abschnitt. Von der guten Beschaffenheit und Anwendung der Baumaterialien zu Wasserbauwerken aller Art. 301 bis 325

Zweyter Abschnitt. Von dem Baugrunde und der Sicherstellung der Baugruben gegen das Eindringen des Wassers und das Abgleiten des Erdreichs. 325 bis 355

Dritter Abschnitt. Von den Haupt-Rücksichten, welche bey Anlegung der Fundamente oder Fundirungen bey Wasserbauwerken, insbesondere bey Schleusen eintreten. 356 bis 392

Vierter Abschnitt. Von der Anlage der Schleusen aller Art. . . 392 bis 470
- *I.* Erklärungen. . . 392 bis 416
- *II.* Grundsätze und Maximen, welche bey Anlegung der Schleusen zu befolgen sind. . . . 416 bis 470

Fünfter Abschnitt. Beschreibung der merkwürdigsten Schleusen. 470 bis 489

Achte Abtheilung der Wissenschaft des Wasserbaues. Von der Anlegung der Canäle und Schiffbarmachung der Flüsse. 490

Erster Abschnitt. Von den Wehren und Ableitungen des Wassers; von den Brückwasserleitungen; Wasserdurchlässen, (Aquäducten); den Zuführungs- oder Leitgräben, welche in Beziehung auf die Anlegung der Canäle und Schiffbarmachung der Flüsse nothwendig werden; endlich von den Wasserbehältern und den Brücken über Canäle. I. Erklärungen . 491 bis 495

II. Von dem Bau der Wehre aller Art.

DRITTE ABTHEILUNG

DER

WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES

ODER

DER WASSERBAUKUNST.

Fortsetzung

DES FÜNFTEN ABSCHNITTES VOM HAFENBAU.

DIE LEUCHTFEUER BETREFFEND.

Die Kunst, gute Leuchtfeuer anzulegen, hat in unsern Zeiten durch die in Dännemark bewerkstelligten Anlagen der Art wesentliche Fortschritte gemacht. Diese verdanken wir vorzüglich dem Ritter von Löwenörn — Commandeur-Capitain, General-Adjudant im K. See-Etat, Ober-Loths- so wie des K. Seekarten-Archivs-Director und Mitglied der K. Dänischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Koppenhagen.

H. v. Löwenörn hatte die Güte, mir in zwey in französischer Sprache abgefafsten Briefen: *über die Errichtung der Leuchtfeuer*, aus eigner Erfahrung gezogene Bemerkungen mitzutheilen. Indem ich dieselbe als äufserst lehrreich betrachte: so bringe ich dafür dem Verfasser meinen wärmsten Dank. Daraus, so wie aus einer von dem H. v. Löwenörn in Dänischer Sprache verfafsten und i. J. 1800 in der Akademie gelesenen Abhandlung: *über die auf den Dänischen Küsten angelegten Leuchtfeuer*, werde ich in diesem fünften Abschnitt vom Hafenbau das Wesentlichste aus-

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

ziehen. Einiges davon muſs ich aber deswegen übergehen, weil sonst eine Wiederhohlung dessen, was bereits im 3. Bande von den Leuchtſeuern vorgetragen ist, entstehen würde, indem es in der Natur der Sache liegt, daſs mehrere Schriftsteller, welche eine und dieselbe Materie abhandeln, in ihrem Vortrage vieles gemein haben.

In der angeführten Schrift führt nun der Verf. unter andern Folgendes an: 1°. Eine von Steinkohlen und dergleichen Brennstoff auflodernde Flamme, wird von einem etwas starken Winde dergestalt seitwärts geblasen, daſs sie selbst eine horizontale Lage erhält. Daher erscheint dem auf einem *mit dem Winde* segelnden Schiffe befindlichen Beobachter das Leuchtfeuer kleiner und in geringerer Lichtmasse, als *dem*, der sich auf einem andern Schiffe befindet, welches in einer auf den herrschenden Windstrich senkrechten Richtung fährt; welche Erscheinung ganz begreiflich ist, da der Letztere die Flamme ihrer ganzen Länge nach sieht. Hieraus folgt: daſs die im Freyen brennenden Leuchtfeuer zu jeder Zeit und in allen Richtungen, weder gleich hell noch groſs erscheinen.

2°. Die Erfahrung zeigt ferner: daſs eine im Freyen lodernde Flamme, von einigen Windstrichen *auf-* von andern *niederwärts*, von noch andern *horizontal* getrieben wird. Diese Erscheinung ist der an Bäumen sichtbaren ähnlich, nach welcher man nämlich an der härtern und rauhern Rinde die Lage der Weltgegend von Nordwest erkennt. So wehen z. B. an den Dänischen Küsten die westlichen Winde gegen die Erde abwärts; die östlichen hingegen aufwärts. Die Ursachen dieser Erscheinung sind vielleicht der Rotation der Erde zuzuschreiben.

3°. Wenn man diese Erscheinung in Beziehung eines Leuchtfeuers betrachtet: so ist es nothwendig, *a.*) daſs man sie auf das Local, wo ein Leuchtthurm angelegt werden soll, kenne, *b.*) daſs das Leuchtfeuer von einer mit Fenstern versehenen Kuppel eingeschlossen und der Luftzug dergestalt eingerichtet werde, daſs die Flamme vertical aufwärts steige. *c.*) Da, wo also das Feuer auf

einem Kap (Landspitze) angelegt wird, um von dem Seefahrer nur von einer Seite gesehen zu werden, kann nach der Landseite zu statt der Glasfenstern, eine Mauer aufgeführt werden, welche, wenn ihre inwendige Fläche mit einer gut polirten messingenen Platte bekleidet wird, den Glanz der Flamme sowohl als ihre Masse, auf weite Entfernungen, der starken Reflexion wegen, merklich vergröfsert.

Den Inhalt der beyden Briefe anbetreffend: so giebt derselbe, über meine dem H. v. Löwenörn vorgelegten Fragen, zugleich einen Aufschlufs. Ich hatte nämlich um folgende Auskünfte gebeten: 1°. Ob demselben nicht Beobachtungen über den Umstand, wie weit dieses oder jenes Leuchtfeuer, bey verschiedenen Witterungen, von den Seefahrern gesehen werde, bekannt seyen; und ob 2°. unter sonst gleichen Umständen, die Reverber - Lampenfeuer weiter als Steinkohlenfeuer leuchten? 3°. Ersuchte ich den H. v. Löwenörn um eine Nachricht, von den, unter seiner Leitung und nach seinen Planen angelegten Leuchtthürmen. Auf diese Anfragen hat mir dieser berühmte Mann auf die gefälligste Art Auskunft gegeben. In dem Schreiben vom 12. Dec. 1801 verbreitet er sich über die Leuchtfeuer folgendermafsen.

« Auf welche Entfernungen die längs den Dänischen Küsten angelegten Leuchtfeuer von den Seefahrern, und zwar bey verschiedener Witterung gesehen werden, darüber hat man bis jetzt nocht nicht hinlängliche Beobachtungen angestellt, wiewohl dieser Gegenstand alle Aufmerksamkeit verdient. Freylich würde hierzu der Gebrauch eines Schiffes, oder mehrerer, auf einige Zeit, nothwendig seyn! »

« Was die auf die gröfste Entfernung sichtbaren Leuchtfeuer betreffe, so habe er zwar immer behaupten gehört, dafs die Reverber - Lampenfeuer dahin gezählt werden müfsten und dafs dieselben den Vorzug vor Steinkohlenfeuer verdienten. Dieser Meynung sey er aber keineswegs: denn — fügt er hinzu — man mufs in einer Glaskuppel eine Menge Lampen anbringen, wenn das Leuchten derselben so weit auf der See gesehen werden soll,

als die Flamme der in einem 15″ im Durchmesser haltenden Feuerkorbe (*) brennenden Steinkohlen, die gewöhnlich 4′ hoch schlägt. Wollte man aber das Leuchten der Lampen mit Reverbern vergröſsern (also war vorher die Rede von bloſsen Lampen) so sey eine zusammengesetzte künstliche Vorrichtung nothwendig. Die Reverbern seyen nämlich nur dann von groſsen Effecte, wenn die Flamme der Lampe den Brennpunct des Hohlspiegels triſt. In dem nördlichen Klima Dännemarks finde übrigens bey dem Gebrauch der Lampenſeuer noch der ungünstige Umstand statt, daſs die Gläser der Laterne oder Leuchtkuppel, welche aus dickem Spiegelglas bestehen müssen, zur Winterszeit mit Eis beschlagen sind; welches die von dem Kohlenfeuer verursachte Wärme nicht zulasse, (ein Bestimmungsgrund, der für nördliche Länder wichtig ist) dessen Flamme auch durch die angelauffene Glasscheiben stärker leuchte, als die Lampenſeuer. Wiewohl man daher bey Errichtung eines Leuchtſeuers die Localität zu Rathe ziehen müsse, so sey doch ein Kohlenfeuer daselbst zu wählen, wo das Leuchtfeuer auf weiten Distanzen gesehen werden solle. Da wo das Holz zu billigen Preisen zu haben sey, könnte man sich dessen auch statt der Steinkohlen bedienen. Die Erſahrung werde alsdann bald zeigen, welcher Holzgattung man sich bedienen müsse. Jedoch sey das Steinkohlen- und Holzfeuer in eine Laterne einzuschlieſsen und auf einem Feuerkorb - Heerd zu brennen, dessen Construction unten angezeigt wird. Mit geringern Kosten werde indessen an den meisten Orten das Lampenſeuer zu unterhalten seyn.»

«So wie es bey Errichtung eines Leuchtthurmes nothwendig sey: die nahen Fahrwasser und die Küste genau zu kennen, mithin eine Karte vor sich zu haben; so müsse auch zugleich auf den Umstand geachtet werden, daſs die Helle sich nach dessen Bestimmung — ob es in der Nähe oder Ferne gesehen werden sol-

(*) Diese Dimension haben die Feuerkörbe der neuen Dänischen Leuchtthürme.

le — selbst richte. Sey es auf einer Landspitze zu errichten, um blofs dazu zu dienen, dafs der Seemann die *nahen* Klippen und Sandbänke vermeide: so müsse es so hell und hoch als möglich seyn. Werde am Eingang eines Hafens ein Leuchtfeuer, welches der Seemann nicht von Weitem sehen darf, errichtet: so sey ein Fanal von Lampen, deren Anzahl sich je nach der Erfordernifs vermehren lasse, hinreichend. Müsse sich aber der Seefahrer nach diesem Feuer zu alligniren: so sey in diesem Allignement hinter die Lampe ein Hohlspiegel zu setzen. Ja, in einer zu engen Passage könne ein zu helles Leuchtfeuer nachtheilig werden, weil der Steuermann sich noch weit davon wähne, wenn er schon in dessen Nähe sey, mithin dadurch verführt werde, auf die entgegengesetzte Küste, worauf ein minder helles Leuchtfeuer brennt, loszusteuern, wo er dann dieser zu nahe kömmt und wohl gar an ihr scheitert (Incidit in scyllam qui vult evitare Charybdim). Längs den schmalen Fahrwassern müfsten überhaupt viele Leuchtfeuer angelegt werden und diese sich durch besondere Abänderungen unterscheiden. Ausser den im 3. Bande vorgetragenen hierzu anzuwendenden Maafsregeln kann man auch auf einem Leuchtthurm, zwey oder drey Etagen Leuchtfeuer anbringen.»

H. v. Löwenörn drückt sich nun in seinen Briefen ferner aus, wie folgt: «Dafs ein zu niedriges Leuchtfeuer nachtheilig seyn kann, davon war das ehemals auf der Insel Anholt im Dänischen Meer befindliche ein Beweis. Es wurde nämlich nur sichtbar, wenn sich der Seefahrer bereits in der Nähe der Klippen befand, die er doch vermeiden sollte. Ja wegen dieses geringen Scheins, war, bey einem trüben Wetter, der Steuermann ungewifs, ob er es sehen oder nicht sehen würde.»

«Das Gouvernement lies daher mit grofsen Kosten einen Leuchtthurm, worin die Lichtmasse sich 112 Schuh über das Meer erhebt, erbauen. Da aber des Feuerkorbes Durchmesser grofs und die Flamme sehr hell und stark war, so wurden die Seefahrer zu dem entgegengesetzten Wege verleitet, das ist, anstatt dafs sie ehemals wegen des niedrigen und geringen Leuchtfeuers

auf die Insel Anholt zusteuerten, jetzt sich den Schwedischen Küsten zu sehr näherten und von der besagten Insel abhielten. Um nun auch dieser Unbequemlichkeit abzuhelfen und dennoch das hohe und helle Leuchtfeuer auf Anholt beyzubehalten, liefs ich an der halben Höhe des Thurms nach der Seeseite zu eine Laterne mit neun Lampenbüchsen anbringen, welche von dem Innern des Thurms geleert und gefüllt werden. Dieselbe mufste natürlich nach Osten zu angebracht werden, um die nach dieser Weltgegend unter dem Wasser fortlaufende Bank, anzudeuten, welche nämlich eine Fortsetzung der Insel ist.»

«Was die Höhe der Dänischen Leuchtfeuer anbetrift, so sind sie nach dem Local sehr verschieden, je nachdem sie weit von der See aus gesehen werden sollen. Der Leuchtthurm auf der Insel Bornholm ist auf einer Höhe, die 255½ Schuh über dem Meere liegt, errichtet, folglich war es unnöthig, hier ein hohes Gebäude aufzuführen und so steht der Feuerkorb 272 Schuh über dem Meere (Tab. 91. Fig. 1, 2 und 3.) (*) Im allgemeinen sind die Dänischen Leuchtthürme so construirt wie es Fig. 4, 5 und 6 zeigt, wobey die Treppen nicht angedeutet sind, die von aufsen angebracht werden.»

(*) Folgende Notiz wegen den Dänischen Leuchtthürmen habe ich mir irgendwo ausgezogen. Ich glaube aus den geographischen Ephemeriden. Im J. 1788 ist auf der Insel Anholt ein runder Leuchtthurm 50 Ellen hoch und 13 Ellen im Durchmesser erbauet. Der Feuerkorb hat 5 Schuh im Durchmesser und ist 2′ 9″ hoch. Ueber dem Meere aber 112 Fufs erhoben. Nicht weit davon brennt ein Lampenfeuer. Im Jahr 1799 wurde auf dem Vorgebirge Wandesnäs an einer beweglichen Stange 300 Schuh über das Meer eine Lampe errichtet. Auf Lindesnes aber ein 20 Schuh hoher Thurm, worauf Kohlenfeuer brennt. In dem folgenden Jahr in der Nähe von Helsingör ist auf den beyden Thürmen gleichfalls ein Steinkohlenfeuer eingerichtet. Auf dem Kronenburger Schlofsthurm aber ein Lampenfeuer.

Zugleich bemerke ich, dafs das Kohlenfeuer auf Helgoland von der Elbe-Mündung 216 Schuh über der Oberfläche des Meeres liegt.

Als mir vor einigen Jahren die Anlegung von Leuchtfeuern anvertraut wurde, schöpfte ich die erste Idee zum Entwurf derselben aus den Memoiren der Schwedischen Akademie von 1793. In der That ist die Erhebung der Röhre *a b* Tab. 91. Fig. 4. von der Mitte des Thurms aus, (jedoch in der nöthigen Entfernung vom Boden, damit der Luftzug Statt finde) und von dessen Basis selbst vortreflich, indem sie den vortheilhaftesten Luftzug zur Erhaltung einer lebendigen Flamme hervorbringt (*). Die sechseckige Form des Thurms erleichtert die Construction der Gewölbe, und die Ecken der Mauer befördern den Luftzug nach einer oder der andern Oeffnung *e e* Fig. 5. (Tab. 91.) welche mit Schiebern oder eckigen Klötzen *m* Fig. 6 je nach dem Luftzuge verschlossen werden können. Die Schieber werden nämlich mit einer Schnur aufgezogen, welches der Feuerwärter bewerkstelliget, der auf diese Weise den vortheilhaftesten Luftzug bewirken, und so die Höhe der Flamme reguliren kann. Diese Röhre mit einem Feuerheerd darauf, ist der ältern Einrichtung von Steinkohlfeuern, die in einem eisernen 24″ hohen und 15 — 16 Zoll weiten Feuerkorbe bestand, weit vorzuziehen. Dabey wirkte nämlich der die Flamme unterhaltende Wind seitwärts des Korbes, welcher sie daher niederschlug oder horizontal warf. Der Seefahrer, welcher mit dem Winde segelte, hatte daher Mühe, das Leuchtfeuer wahrzunehmen, wohingegen stets die vertical aufsteigende Flamme sehr gut gesehen wird. Ich wurde sonach überzeugt, dafs das Leuchtfeuer mit einer Kuppel oder Laterne umgeben werden müsse, wenn die Flamme nicht von dem Winde abwärts oder seitwärts geschlagen, sondern nach allen Seiten gleichförmig gesehen werden, und die möglichst gröfste Lichtmasse bilden soll, denn eine in eine Laterne eingeschlossene Flamme beleuchtet den Raum, von dem sie umgeben ist.

*) In einem neuen Briefe sagt H. v. Löwenörn: „Bey hohen Leuchtthürmen habe ich's nützlich gefunden, die Zugöffnungen in diese Röhre, die mit eisernen Schiebern verschlossen werden können höher vom Boden anzubringen.

Auf der sich 4′ $1\frac{1}{2}$″ über die Plattform sich erhebenden Röhre *ab* ruht ein eiserner Ring Fig. 7. der die eisernen Stäbe Fig. 8 aufnimmt, deren Länge sich nach dem Durchmesser des Ringes richtet. Ihr triangelförmiger Querschnitt gibt eine den Luftzug befördernde Oeffnung, und hält die Kohlen zurück. In der Mitte hat jeder Stab einen kleinen Knopf, der den nächstfolgenden Stab berührt, und es verhindert: daſs die Stäbe sich nicht von der Hitze krümmen. Diese den *Rost* (Grille) ausmachende Vorrichtung ist deswegen vortheilhaft, weil weder der Ring noch die Stäbe aus einem Stücke sind, deshalb sich letztere je nach dem Grad der Hitze oder Erkältung ohne sich zu krümmen, ausdehnen oder zusammenziehen können.

Indem die Stäbe über den Ring hervorstehn, so wird derselbe nicht vom Feuer erreicht, und er kann daher lange dauern. Ist aber ein Stab verdorben, so nimmt man leicht einen andern an dessen Stelle. Auf diesen Rost wird ein aus vier eisernen Bögen, die 4″ hoch und eben so dick sind — zusammengesetzter Kranz Fig. 9. 10 gelegt, der jenen Rost, den *Feuerheerd* (Brasier) formirt. Dessen Tiefe $4\frac{1}{2}$, dessen innerer Durchmesser 15 Zoll ist, während der Durchmesser des Rostes 24″ ausmacht. Der Halbmesser der Laterne ist vom Mittelpunkt des Heerdes bis zu den Fenstern 7 Schuh, welches nach meiner Erfahrung dem bemerkten Durchmesser des Heerdes entspricht, und die geringste Dimension ist, damit die Gläser nicht springen. Ja man könnte die Laterne oder Leuchtkuppel noch vergröſsern, in welchem Fall mehr Kosten entstehn, und eine gröſsere Vorsicht wegen Stabilität der Laterne beobachtet werden muſs. (*) Die Höhe des Heerdes über die Plattform mag $4\frac{1}{2}$

(*) Wie nothwendig die bestimmte Gröſse der Glaslaterne ist, beweiſst ein Vorfall, den der Herr von Löwenörn in seinem Briefe anmerkt, weil er zur Warnung dient und dessen Mittheilung ein neuer Beweis von dem lobenswürdigen Eifer ist, womit Hr. v. Löwenörn die Kunst Leuchtthürme zu bauen cultivirt. Er sagt nämlich: "bey dem angegebenen Durchmesser der Laterne war ehemals der Durchmesser des Feuerheerdes 20 Zoll und hatte überdies zu viel Tiefe. Die gröſsere Quantität Kohlen vermehrte also die Hitze, ohne die Flamme zu vergröſsern. Mit einem solchen Feuer machte Hr. v. Löwenörn bey Tage die Probe, weil das Leuchtfeuer den Seefahrern noch nicht bekannt gemacht war. Es war gegen das Ende des Winters bey einem mäſsigen Ostwinde, wo es fror. Indessen war die Luft heiter und die Sonne verbreitete selbst einige Wärme und warf ihre Strahlen auf die westliche Wand der Glasfenster. Kaum war nun das Kohlenfeuer recht in Brand, so zersprangen alle Glasfenster und fielen nach der westlichen Seite zu. Hr. v. Löwenörn fand die Ursachen dieses Ereignisses darin, daſs die eisernen Stäbe, in denen man die Glasscheiben eingelassen hatte, sich von der Wärme, die zum Theil von dem Kohlenfeuer hervorgebracht war. aus-

Schuh betragen; damit dem Feuerwärter die Flamme nicht zu beschwerlich fällt und er sich unter dem Horizont des Heerdes setzen kann. Von der Platteform bis zu den Fenstern erhebt sich eine einen Schuh dicke Mauer $3\frac{1}{2}$ Schuh hoch, so dafs der Feuerkorb oder Heerd einen Schuh höher als diese Mauer liegt. Die Fenster sind sechs Fufs hoch. Die Flamme, wenn das Feuer gut unterhalten wird, hat eine Höhe von vier Schuh, welches geschieht, wenn der Feuerwärter nicht mit einem Mahle zu viele Kohlen auflegt. Auch mufs das Feuer, dessen Hitze, wie oben gesagt, durch das Oefnen und wechselsweise Verschliefsen (je nachdem der Wind bläfst) der kleinen, 8 Zoll im Viereck weiten Löcher *ee* (Fig. 5 und 6) gemäfsigt wird, nicht zu schnell auf dem ganzen Heerde gemacht werden. Die durch diese Oeffnungen streichende Luft macht die Hitze in der Laterne erträglich, treibt den Dampf und kleinen Kohlenstaub nach dem Schornstein hinauf, folglich sind die Oeffnungen unentbehrlich. Aehnliche, etwa sechs Oeffnungen (*hh*) aber kleinere, etwa von 6 Zoll im Vierecke, bringt man in dem Umfange des Heerdes, welche die Platteform durchschneiden und zwar bis zur Etage die darunter liegt. Diese tragen viel zur aufrechten Steigung der Flamme, zur Kühlung und Verjagung des Kohlendampfes bey.

« Um das Leuchten oder die Helle der Flamme zu vermehren, so kann man die Mauerwände mit gelbem gut polirten Kupfer *g* belegen. Insbesondere habe ich diese Maafsregel daselbst in Ausübung gebracht, wo die Seefahrer das Leuchtfeuer nicht von allen Seiten sehen müssen. Die Landseite der Kuppel kann in diesem Fall eine breite Mauer *g*, statt eines Fensters erhalten, welche auch die Stabilität der Laterne sehr vermehrt. Solche Kupfer-

gedehnt hatten. Da nun das Glas nicht kleiner werden oder nachgeben konnte, so mufste es zerspringen. Er liefs also die Scheiben nach Aussen in Mastix einsetzen uud nach dem Inneren zwängte er sie in baumwollenen Zeug. In der That ein treffliches und nachahmungswerthes Mittel.

platte verstärkt den Schein der Flamme ausnehmend. Zur Vermehrung des Luftzuges und der Abkühlung werden einige Ventilatoren *i* angebracht. In dieser Rücksicht, und zur Vertreibung des Dampfes habe ich mich, bey den zuerst erbauten Leuchtthürmen, in den Schornsteinröhren *k*, oder Fig. 11., des in Gilberts Annalen der Physik 5. B. 4. St. beschriebenen Boswellschen Ventilator, mit dem besten Erfolge bedient. Seitdem ich solche auf verschiedenen Leuchtthürmen angebracht habe, sind die Leuchtfeuer nicht nur viel heller, sondern der Kohlenstaub, welcher sich vorher auf die Fenster setzte, wird leicht heraus getrieben. Da man alle Mittel anwenden muss, um mit einem mässigen Luftzug den Dampf aus der Laterne zu jagen und die Flamme gleichförmig zu unterhalten, so habe ich in das Dach noch vier, von einem Quadratschuh grosse, Oeffnungen, deren Deckel sich mittelst einer Schnur leicht hebt und niederlässt, je nachdem das Oeffnen oder Verschliessen dieser Oeffnungen nothwendig wird, angebracht. Damit die zwischen den Fenstern gemauerten Pfeiler die Flamme weniger verdunkeln, so habe ich daran Reverbern von polirtem Kupfer, welches vergoldet ist, angebracht. Dieselben sind sechs Zoll breit, das ist zwey Zoll breiter als die Pfeiler, und fünf Schuh hoch. Sie sind parabolisch geformt und machen den trefflichsten Effect.»

«Hat die Laterne auf der einen Seite eine Mauer, so macht man darin eine Thüre, die aber doppelt seyn muss, damit die Luft nicht durch dieselbe einziehe und die Flamme seitwärts den Fenstern zugetrieben wird, mithin solche sprenge. Es muss daher die Mauer eine solche Dicke haben, dass ein Mensch zwischen den zwo Thüren Raum hat, um die eine Thüre zuzumachen, bevor er die andere öffnet. Selbst bey einer Windstille zerstört die durch die Thüröffnung einziehende Luft den Luftzug, welcher durch die verschiedenen kleinen Oeffnungen und der Röhre *a* hervorgebracht wird.»

«Es ist leicht zu erachten, dass da die Laterne, zu welcher die sechseckigte Form die beste ist, allen Windstössen ausgesetzt

bleibt, dieselbe eine ganz besondere Sorgfalt in der Construction nothwendig macht. Es ist daher das Dach von dicken eisernen Stangen und Eisenblech oder Kupfer zu machen; und die eisernen Stäbe der Fenster sind aufs beste untereinander zu verbinden. Wie sehr man bey der Construction der Laterne und ihres Daches auf seiner Hut seyn müsse, das hat auch folgender unangenehme Umstand gelehrt. Ein am 3. Nov. 1801. längs den Dänischen Küsten eingetretener Sturm hob von zwey Leuchtthürmen das Dach ab und trug es, wiewohl es aus eisernen Stäben bestand, sechszig Schritt von den Leuchtthürmen hinweg. Ein Umstand, der ohne Zweifel darin seinen Grund hatte, dass die Stäbe nicht in die Mauer eingelassen waren.»

«Das in einer Laterne auf diese Weise eingeschlossene Leuchtfeuer hat nun, ausser dem, dass es auf grossen Entfernungen sich erkennen, und mit wenig Anstrengung für die Feuerwärter unterhalten läfst, noch den Vortheil vor den im Freyen brennenden Feuer voraus, dass es nur die Hälfte von Brennstoff erfordert, wozu noch kömmt, dass die offnen Feuerkörbe, bey stürmischen Nächten, drey bis fünfmahl so viel Kohlen als bey stillem Wetter bedürfen, wo doch zu dem in der Laterne brennenden Feuer die nämliche Menge gebraucht wird. Die Dänischen Leuchtfeuer erfordern in 144 Stunden eine Last Steinkohlen der besten Gattung, die aus Schottland kommen.»

Der zweyte Brief vom 10. April 1802 enthält unter andern, die Beschreibung einiger von dem Verf. erbaueten Leuchtthürme, die ich hier gleichfalls in der Uebersetzung mittheile.

Leuchtthurm auf der Insel Bornholm. Fig. 1 und 3. Tab. 91.

«Den Ort zur Erbauung dieses Leuchtthurmes wählte ich auf der nordwestlichen Landspitze der Insel, auf einer Anhöhe, die das Leuchtfeuer 272 Dänische Schuh über die Meeresfläche erhebt, und die von der äussersten Landspitze ungefähr $\frac{1}{4}$ Meile landwärts gelegen ist. Dieses Leuchtfeuer kann wegen seiner Höhe von den Seefahrern in der Runde gesehen werden. Da es aber

sehr hoch steht, so irren sich diese in ihren Schätzungen oftmahls, so dafs sie sich entweder davon zu weit entfernen, oder demselben zu nahe kommen, indem sie vorzüglich der Insel deswegen sich nähern, weil das in deren Nähe befindliche Fahrwasser günstig ist. Nicht selten entstehen aber hieraus grofse Nachtheile für die Seefahrt und ich habe deswegen den Vorschlag gemacht, auf der äufsersten Landspitze bey *a* Fig. einen zweyten Leuchtthurm, mit einem Lampenfeuer zu erbauen, der den Seefahrern es erleichtern würde, die Entfernung von der Insel oder der gegenüberliegenden Küste Schwedens zu schätzen und das Cap (*a*) zu umsegeln, wenn die Nächte dunkel sind.»

Die angeführten Zeichnungen sowohl, als die vorher mitgetheilte Beschreibung von dem Bau und der Construction der dortigen neuen Leuchtfeuer, machen eine weitläuftige Erklärung von diesem Leuchtthurm überflüssig.

Die Anhöhe, worauf der Thurm steht, wählte der Herr von Löwenörn wahrscheinlich auch deswegen zum Standpunct, damit das Leuchtfeuer von allen Seiten sichtbar sey, und auf einer andern Stelle vielleicht von der Anhöhe selbst, in einigen Richtungen, gedeckt werden konnte. Von der jetzigen Regierung Dännemarks, die bereits so viel zur Verbesserung der Schiffahrt gethan hat, läfst sich gewifs erwarten, dafs sie den zur Aufführung eines zweyten Leuchtthurmes gemachten Vorschlag ausführen lassen und so die gründlichen Kenntnisse des Herrn v. Löwenörn zum Besten der Schiffahrt benutzen werde. Auf diese Weise errichtet sie sich die wohlthätigsten und bleibendsten Monumente.

«*Der Leuchtthurm auf Christiansoe. Tab.* 91. *Fig.* 3, 12, 13, 14, 15 *und* 16.

dessen Leuchtfeuer man bey heitern Nächten sehr gut von der Landspitze auf Bornholm erblickt, bestehet unten aus einem ausgedienten mit Schiefslöchern versehenen Thurm. Ich setzte daher die Laterne oben auf dessen Verdachung.»

« Dieses Leuchtfeuer ist ein Drehfeuer 3 B. S. 299. und mit einigen Veränderungen, nach den Grundsätzen, wonach die Errichtung des in Schweden bey Marstrand bewerkstelligt wurde, angelegt. Folgende Beschreibung wird diese Construction anschaulich machen. »

« Die Figuren 13 und 14 zeigen, wie die Hohlspiegel 1 bis 9 und die Lampen *fff* angebracht sind. Der vertical stehende Baum *ab* trägt drey aus Holzwerk gemachte Arme *cd*; an welchen neun Hohlspiegel (1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.), jeder vier Schuh im Durchmesser, befestigt sind. Jede von den drey Lampen *f*, die von einem eisernen Arm *e* getragen wird, befindet sich in dem gemeinschaftlichen Brennpuncte dreyer Hohlspiegel. Diese sind aus gehämmertem Kupfer gearbeitet, parabolisch gestaltet, vollkommen polirt und mit feinem Golde zweymahl vergoldet (*). Hinter sich haben sie einen hölzernen Rahmen *g* Fig. 13, an welchem sie mittelst vier Schrauben *hhhh*, deren Wurzel an die Hohlspiegel angeschweifst sind, befestigt werden, nachdem man vorher zwischen den der Holzwand und den vier Zoll dicken Hohlspiegeln ein Futter von Tuch und Plüsch gelegt hat. Da es nicht möglich war, je drey Hohlspiegel 1. 2. 3. dergestalt anzubringen, dafs sie alle drey eine volle runde Form behielten und dennoch einen gemeinschaftlichen Brennpunct bekamen, so mufste von den mittlern (2.) zwey Segmente abgeschnitten werden, wodurch freylich diese drey mittlern Hohlspiegel an der Wirkung verliehren. »

« Bey dem Leuchtfeuer von Marstrand hatte man anfänglich nur sechs Hohlspiegel placirt. Die Lampen sind in dem gemeinschaftlichen Brennpuncte von zweyen gestellt. Nachher hat man noch drey Hohlspiegel hinzu fügen und an den Enden bey *II.* nach der punctirten Linie *III. IV.* (Fig. 14.) setzen wollen. Auf diese Weise werden auch drey Lampen *V.* nothwendig. » (**)

(*) H. v. Löwenörn zieht die Vergoldung dem Versilbern vor und gewifs nicht ohne Grund, da ihm die Erfahrung zu Gebote stand.

(**) „ Wenn ich nicht irre, so hat jeder Hohlspiegel zu Marstrand nur zwey Schuh 9 Zoll im Durchmesser. “ L.

«Die Lampen *f* sind in Fig. 15. ins Grofse gezeichnet. Sie bestehen aus drey, einen Zoll breiten, bandförmigen baumwollene Tochten, welche in die Einschnitte *l l l* eingesetzt sind. Die Lampenbüchsen werden mittelst eines Trichters Fig. 16. mit Oehl durch die Oeffnung *m*, die mit dem Stopsel geschlossen wird, gefüllt. Es versteht sich, dafs zuweilen mit den Lampen abgewechselt werden mufs, wenn die eine oder andere nicht gut brennt, folglich mufs der Lichtwärter mehrere vorräthig haben.»

«Was die Verstärkung der Lichtstrahlen anbetrifft, so habe ich hinter der Lampe *f* drey kleine Hohlspiegel *o o o* angebracht, welche viele Lichtstrahlen auf die grofsen Hohlspiegel werfen, eine Idee, die ich nirgends vorgeschlagen noch ausgeführt gefunden habe. Um mich von der guten Wirkung dieser Verrichtung zu überzeugen, lies ich diese kleine Hohlspiegel wegnehmen und dann wieder aufsetzen. Dabey ward ich gewahr, dafs sie die Stärke des Lichtes sowohl als das Zurückprallen der Strahlen auf die grofsen Hohlspiegel beträchtlich vermehrten. In der Entfernung von ungefähr 200 Schritten konnte ich sehr gut in einem Buche mit grofsem Drucke lesen, und vielleicht hätte ich es noch in einem gröfsern Abstande thun können, wenn das Local mir Mittel an die Hand gegeben hätte, mich noch weiter zu entfernen. Der Schatten, welcher durch denjenigen Arm, der die Lampe mit den kleinen Hohlspiegel trägt, verursacht wird, ist in der Entfernung nicht merklich. Aber die ganze Maschine erfordert in der Anlage viele Vorsicht, damit alles wohl gefugt und die Lampen sowohl als die Hohlspiegel genau ihrem Brennpuncte entsprechen. Die Bewegung dieses Drehfeuers anbetreffend, so wird der verticale Baum *a b*, welcher die Hohlspiegel trägt, mittelst eines Räderwerkes bewegt, und durch ein verhältnifsmäfsig schweres Pendul gleich wie an einer Standuhr, die gleichförmigen Umdrehungen hervorgebracht. Es soll in sechs Minuten eine Umdrehung geschehen und die Seefahrer, in welcher Richtung sie auch seyen, werden in diesem Zeitraum neun glänzende Zurückprallungen der Lichtstrahlen ausnehmen. So wird also dieses

Leuchtfeuer mit jenem auf Bornholm niemahls verwechselt werden können, indem dasselbe Feuer unbeweglich ist.»

«Für Bornholm war ein Kohlenfeuer das zweckmässigste, so wie diese Feuer an allen Vorgebirgen und jenen Orten die besten sind, wo es im Meere gefährliche Plätze giebt und die Schiffe ihren Weg auf die gröſste Entfernung nach der Ansicht des Leuchtfeuers einhalten können. Im Gegentheil werden wieder die Lampenfeuer an den Eingängen der Häfen, an den engen Passagen etc. am zweckmäſsigsten gebraucht werden können. Ein wohl eingerichtetes Kohlenfeuer wird nämlich, nach meiner Meinung, viel weiter gesehen, als ein Lampenfeuer; selbst mit Hohlspiegel, besonders wenn die Luft trübe ist, indem man alsdann einem Lampenfeuer weder jene Stärke, noch jene Menge von Licht geben kann, als einem Kohlenfeuer. Ich würde nicht wohl gethan haben, wenn ich ein Lampenfeuer für Bornholm und ein Kohlenfeuer für Christiansoe in Vorschlag gebracht hätte, da letztere Insel ohne alle Gefahr nahe umschifft werden kann. Doch sind die Lampenfeuer die wohlfeilsten.»

«Nach der Einrichtung, daſs sich das ganze Lampensystem herumdrehet, so wie am Leuchtthurm von Marstrand ist es sehr wahrscheinlich, daſs man den hell leuchtenden Glanz der Lichtstrahlen, welche von so vielen Hohlspiegeln in der Zeit einer Umdrehung zurückgeworfen werden, in jedem Puncte, wo man sich auch befinden mag, nach Verhältniſs der Entfernung und des Winkels, den die Hohlspiegel unter sich machen, klar sehen wird. Ich hoffe hierüber intressante Beobachtungen anzustellen, sobald das Leuchtfeuer von Christiansoe seinen Anfang nehmen wird.»

Der H. v. Löwenörn beschlieſst dieses äusserst intressante Schreiben mit folgender, für mich sehr angenehmen, Nachricht:

«Die königl. Gesellschaft der Wissenschaften empfieng mit vielem Dank die von Euer übersandten Schriften und beschloſs aus Erkenntlichkeit und Hochachtung Ihnen die Sammlung ihrer geographischen Karten nebst Ihren Memoires zu überschicken.»

Fortsetzung

DES SECHSTEN ABSCHNITTS VOM HAFENBAU.

DIE BESCHREIBUNG EINIGER MERKWÜRDIGEN HÄFEN ENTHALTEND.

Seit der Vollendung des dritten Bandes habe ich von dem Russischen Seehafen *Cronstadt* eine genaue Karte und dem Local entsprechende Nachrichten erhalten, die den S. 525. geäufserten Wunsch realisiren. (Tab. 90.)

Peter der Grofse hat den Plan zu dem Hafen-Etablissement von Cronstadt entwerfen lassen und gröfstentheils ausgeführt. Unter der Kaiserin Catharine ist nach einem im Jahre 1785 von dieser Monarchin genehmigten Plane vieles sehr verbessert worden, und unter dem jetzt regierenden Monarchen wird es gewifs zu der Vollkommenheit, deren es fähig ist, gebracht werden.

So wie alle grofse Männer ihre Werke gern vollenden, wollte auch Peter der Grofse diesen Hafen in wenigen Jahren benutzen. Er war daher genöthigt, den gröfsten Theil der Hafendämme von Holz aufführen zu lassen, welche Holz- oder Pfahlwerke sich auf der Karte von den gemauerten Werken dadurch unterscheiden, dafs sie blofs von Linien begränzt und nicht schraffirt sind. Nachher hat man aber die neuen Hafendämme, Schleusen und Docken von Ziegelsteinen oder Granit-Werkstücken aufgeführt.

Die merkwürdigsten Anlagen zu Cronstadt bestehen in der Hafenstrafse *A A*, durch welche man nach der mit zwo Kammern versehenen Schleuse *B* kömmt. Dieselbe ist vorzüglich zum Kalfatern oder zur leichten Wiederherstellung der Schiffe bestimmt, welche vorgenommen werden kann, ohne dafs die Durchfahrt anderer Schiffe dadurch gehemmt werde. Bey *B* sind nämlich drey Paar Stemmschleusenthore. Das erste Paar wird geschlossen bey 24, das 2te bey 16 und das 3te bey 8 Fufs Wasserhöhe, nämlich, wenn das ganze Bassin *BB* wasserleer ist, so bleibt eine Wasserhöhe von 16 Fufs zwischen dem 1ten und 2ten Paar und 8 Fufs

zwischen dem 2ten und 3ten Paar Thore, um den Druck des Wassers gegen die obern Schleusenthore zu vermindern. Die innern Bassins und Schiffsdocken leeren sich, jedes für sich, ohne die andern, und zwar vermittelst der, in den Seitenmauern angebrachten Umläufe. Auf diese Weise wird das Wasser auch in das große Bassin *G* eintreten, welches eine Tiefe von 60 Schuh hat. Dasselbe wird alsdann mittelst einer bey *H* stehenden Dampfmaschine geleert, wozu drey Tage nöthig sind. Statt dieser in den 1780er Jahren etablirten Dampfmaschine bediente man sich ehemahls zweyer Windmühlen - Schöpfwerke, welche beyde jedoch nur nach 7 — 8 Monaten dieses große Bassin leeren konnten. Die zwo Schiffsdocken *CC* sind unter Peter dem Großen vollendet worden und da sie damahls, jede nur für ein Schiff, bestimmt waren, so hat man sie in der Folge verlängert und zur Aufnahme zweyer Schiffe eingerichtet. Das viereckige Bassin *DDDD*, dient zur Drehung der Schiffe, wenn sie in den Kanal *B. B.* oder nach den beyden Schiffsdocken *CC* gebracht werden sollen.

Der Kanal *C* soll zu drey Schiffsdocken eingerichtet werden und die sechs Schiffsdocken *F*, sind auch, wie man mir gesagt hat, bis jetzt noch nicht vollendet.

Der ganze Entwurf von Schiffsdocken ist auf dreyzehn Schiffe berechnet, ohne den Kanal *B*, in welchem fünf Schiffe, und das Viereck *D.*, in welchem vier Fregatten auf einmal kalfatert werden können, in Anschlag zu bringen.

Die Hafenstraße *A* sowohl als die sämmtlichen Bassins und der Raum, worin man die Schiffsdocken angelegt hat, sind von Menschenhänden ausgegraben worden. Der Boden besteht aus einer thonartigen sehr zähen Erde, worin einzelne Steine gefunden und keine Quellen angetroffen werden, welches die Arbeiten sehr erleichtert und befördert hat. *KK* ist die, zwey Stockwerke hohe Seilspinnerey. *L* die Theersiederey. *M* ist der Holzhof, worin das Bauholz aufgesetzt wird. *N* sind die Magazine, worin die zur Armatur der Schiffe nöthigen Stücke aufbewahrt

werden. *O* ist das grofse Bassin, worin diejenigen Schiffe, welche das Bauholz und andre, zur Construction der Schiffe nöthigen Materialien bringen, entladen werden, welche man dann weiter durch den Kanal *P* transportirt, um sie in den, den Kanal *II* umgebenden Magazinen aufzubewahren. Die Schaluppen und Prahmen, welche diese Materialien führen, können alsdann mittelst der Hafenstrafse *P* in den Hafen *C* eingehen; aus welcher Einrichtung ein wesentlicher Vortheil für den Schiffsbau entsteht. QQ sind die Schmieden und andere Werkstätte. *R* sind zwölf, von Matrosen bewohnte Casernen. Jede Caserne hat drey Etagen, und in jedem der grofsen Höfe, welche durch die Casernen formirt werden, sind die Küchen und Waschhäuser angebracht. *SS* sind die Casernen für die Offiziere, gleichfalls drey Etagen hoch. Der Platz *T* ist für das Arsenal bestimmt. Die Gebäude *U* sind von Peter dem Grofsen erbaut und dienen zu Casernen oder zu Bureaus, sind drey Stockwerke hoch und von Ziegeln. *W* ist die Cadettenacademie, worin stets 600 Zöglinge gebildet werden, die aber leider zu eng logirt sind, und daher hat man den Platz *V* zu einem ähnlichen Gebäude bestimmt. Auf den Plätzen X sollen Casernen, welche die Garnison von Cronstadt und Seesoldaten einnehmen, gebaut werden. Bey *Y* stand das kleine von der Kaiserin Elisabeth gebaute Schlofs, das sie während ihres Aufenthalts in Cronstadt bewohnte und wovon noch einige Ueberreste vorhanden sind. Die Quartiere der Stadt ZZ werden von Kaufleuten und Bürgern bewohnt. *Æ* sind Pulvermagazine, welche sehr gut situirt sind, da sie auf dem Wasser schwimmen. ⊕ ist ein Dampfboden, worin die Seile gebähet werden. *a*, ein Kriegshafen, worin die abgetakelten Kriegsschiffe nach drey Linien rangirt und an den in diesem Hafen befindlichen Duc d'Albes angebunden werden. Sobald ein Schiff ausgerüstet werden soll, geht es durch die Hafenmündung *b*, um sich im Vorhafen *c*, einzulegen, wenn es armirt ist, passirt es eine der Oefnungen *dddd*, um auf die Rhede zu laufen oder in See zu stechen. Der Kauffardeyhafen befindet sich in *e*.

Den Kauffardeyschiffen ist es aber nicht erlaubt, sich anderswo hinzulegen, eben so wenig als den Schaluppen, Booten und kleinen Fahrzeugen. Alle dürfen aber nur durch die Hafenmündung *f* ein- oder auslaufen. Die Veste Cronslot ist zur Vertheidigung der Rhede angelegt, welche im Innern einen Hafen besitzt, der aber nur wenig Tiefe hat, so dafs keine Schiffe einlaufen können. Bey *H* ist der Thurm, nach welchem sich die Seeleute richten. Die gesammten Meer- und Hafendämme, welche weifs gelassen sind, bestehen aus Bollwerken, wiewohl es zu wünschen ist, dafs dergleichen Werke für die Nachkommenschaft aus Stein erbaut würden.

Die Bastion *L* des Kriegshafens, so wie der Theil von Cronslot und die Hafendämme von den Hafenstrafsen *A* und *P*, wie auch der innern Bassins *B.C.* und des Kanals *If*, sind von Steinen und Werkstücken erbaut.

Dafs dieser Hafen den Anschlemmungen ausgesetzt ist; liegt in der Natur des Lokals und es müfsten dieselben schon dann bedeutend seyn, wenn die mehrsten Unrathskanäle sich in den einen oder andern Hafen einmünden, oder wenn die Mündungen des Hafens zu klein sind, mithin nicht einmal eine den Schiffen unschädliche Wellenbewegung zu lassen, die doch zur Reinigung des Hafens wesentlich beytragen dürfte. Vielleicht wäre dieser Reinigung wegen in einem der Seitendämme eine Oefnung zu machen, deren Lage und Gröfse nothwendig von den dort herrschenden Windstrichen abhängt. Da mir nun die Lokalkenntnifs abgeht, so würde es eine grofse Anmaafsung verrathen, wenn ich noch weiter in dieses Hafen-Etablissement und dessen Einrichtung eindringen wollte, um so mehr, da Rufsland sehr geschickte wasserbaukundige Ingenieurs besitzt. Ich bemerke daher nur noch den für Rufslands Marine so günstigen Umstand, dafs dort die Erhaltung der Matrosen von der in andern Ländern sehr wesentlich abweicht. Dieselben werden näm-

lich vom Gouvernement auf beständig angenommen und die Besatzung jedes Schiffs formirt ein eignes Corps oder Regiment und ist zum Dienste in den Häfen so wie auf dem Meere bestimmt. Sobald ein altes Schiff nicht mehr brauchbar ist, wird dieses Corps auf einem neu construirten Schiffe gebraucht. Hieraus entsteht eine wesentliche Ersparniſs und ein kompleter Zustand der Marine.

II°. Mit der Beschreibung des Hafens von *Triest* tritt der nämliche Fall ein als mit der von Cronstadt und ich bin daher um so mehr zu einer Berichtigung genöthigt, als ich im vorigen Jahre den Auftrag gehabt habe, einen zur Verbesserung dieses Hafens abzielenden Vorschlag zu machen.

Die Wichtigkeit des Handelsplatzes Triest für die Oestreichische Monarchie erfordert allerdings einen *sichern* Hafen, und der Auftrag, einen solchen vorzuschlagen, war allerdings für mich ein sehr angenehmes Ereigniſs, bey welchem ich zum Besten des Staats, dem ich zu dienen die Ehre habe, von meinen, bey der Bereisung der für den Hafenbau wichtigsten Häfen gesammelten, Erfahrungen, Anwendung zu machen Gelegenheit hatte. Als ich daher im October v. J. die Rhede und den Hafen untersuchte, so lieſs ich mir von den erfahrensten Schiffern Triests diejenigen Fragen beantworten, welche sich auf solche Gegenstände bezogen, deren Kenntniſs nur durch eine langjährige Erfahrung erworben werden kann. Dahin gehörten vorzüglich: die Wirkungen der Winde; bey welchen Windstrichen die höchsten Seebrandungen und Sturmfluthen entstehen; ferner, welches die Winde sind, die den Schiffen beym Ein- und Auslaufen nachtheilig werden, wie hoch die stürmische See gegen die Ufer anläuft; wie groſs der von der ordinairen Fluth bis zur ordinairen Ebbe obwaltende Unterschied ist; welches die Benennung, Länge und Breite der den Hafen besuchenden Schiffe ist, wie tief die verschiedenen Gattungen derselben tauchen; wie viel Last à 4000 Pfund sie tragen und welche Anzahl in dem Hafen so wie in der Rhede zu einer und derselben Zeit stationirt; endlich, welches die Bestandtheile

des Meerbodens sind und ob der Grund ein tiefes Eingreifen der Anker gestattet.

Aus dem Plane (Tab. 90.) ersieht der Leser, daſs der Molo Theresia und St. Carlo angelegt sind, um den Schiffen Sicherheit zu verschaffen. Wird aber der Umstand erwogen, daſs die Stoſse längs den Ufern des Adriatischen Meeres von Istrien nach Venedig u. s. w. geführt werden, so ist es einleuchtend, daſs der erstere oder der groſse Meerdamm eine Anschlämmung hinter sich befördern müsse, weil die freye Circulation von Fluth und Ebbe gestört ist und derselbe den Fluthstrom dergestalt schwächt, daſs er die mitgeführten Stoffe zwischen ihm und dem alten Lazareth absetzt. Es ist also hier eine Anschlämmung entstanden, die einen lockern Ankergrund gemacht hat. Folglich stationiren hier wenige Schiffe und der eigentliche Stationsplatz ist nordöstlich des Molo St. Carlo an den Ducs d'Alben, die auf der Karte mit groſsen Punkten angedeutet sind.

Nach der Angabe der Schiffer sind nun diejenigen Winde, welche zwischen Norden und Westen wehen, die gefährlichsten für die auf der Rhede und vor dem Kay stationirten Schiffe. Dahingegen ist der so oft wüthende Landwind, den die Triestiner die *Borra* nennen, welcher aus Ost-Nord-Ost bläſst und sich von dem Steingebirge, welches der Karsch heiſst, herab und auf das Meer stürzt, den dort stationirten Schiffen, so lange als die Anker und Ducs d'Alben halten, keineswegs nachtheilig.

Diese von einheimischen Seefahrern schriftlich gegebene Versicherung widerlegt daher vollkommen das Vorurtheil derer, die — wiewohl weder Kenner von der Nautick noch vom Hafenbau — behaupten, daſs sich vor Triest des Borrawindes wegen ein sicherer Hafen nicht anlegen lasse.

Bey diesem Entwurfe machte ich mir folgende Bedingungen: 1°. Diese Hafenanlagen müssen dergestalt beschaffen seyn, daſs die in dem anzulegenden Hafen liegenden Schiffe sicher gegen Stürme und Wogen stationiren; 2°. die Schiffe müssen bey allen denjenigen Windstrichen, bey welchen sie gegenwärtig von der

Triester Rhede in See stechen, von dem neuen Hafen auslaufen können: 3°. Ein Gleiches mufs bey dem Einlaufen Statt finden. 4°. Mufs der Hafen den gröfstmöglichsten Raum einnehmen und dennoch die mindest möglichsten Kosten verursachen. 5°. Müssen die Schiffe daselbst sichere Ankerplätze finden, wo der möglichst beste Ankergrund, so wie die gröfste Tiefe Statt finden und von woaus das Anlanden an dem Kay vor Triest und das Schiffsverkehr am bequemsten sind; 6°. Sollte die Hafenanlage zugleich einen Platz zum Ausbessern und Calfatern der Schiffe darbieten. Derselbe darf nicht zu weit von der Stadt entfernt seyn, damit die Arbeiter wenige Zeit beym Hin- und Herfahren verlieren. Eben so wenig sollte er aber in der Nähe der Schiffe und der Stadt placirt werden, damit keine Veranlassung zum Brande entstehe. 7°. In sofern der Torrente Flufs eine Menge Kiesel führt, welche zum Theil den jetzigen Hafen anhöhen; so ist die Anlage des den Hafen abschliefsenden Meerdammes dergestalt zu bewerkstelligen, dafs diese nachtheilige Wirkung aufhöre. 8°. Der Meerdamm kann zur Etablirung von Magazinen nicht dienen *a*) weil er sehr breit angelegt werden müfste, mithin grofse Kosten verursachen würde; *b*) ein Verkehr auf ihm in einigen Jahreszeiten nicht thunlich ist, indem es die heftigen Winde verbieten; *c*) die Kaufleute ihre Waaren in ihren Magazinen, aber nicht auf einem den Wogen und Windstöfsen ausgesetzten, von der Stadt weit entfernten, Meerdamme aufbewahren werden; 9°. Da zu einem jeden guten Hafen bekanntlich ein oder zwey Leuchtfeuer erforderlich sind, so mufs auch bey dieser Anlage darauf Bedacht genommen werden. 10°. Die Ebbe und Fluth mufs in und durch den Hafen ein freyes Spiel behalten, zumal da der Strom so langsam ist, dafs die Schiffe nicht einmal eine Drehung um ihre Anker machen und die Geschwindigkeit des Fluthstroms längs dieser Küste bey stillem Wetter nur $\frac{35}{100}$ Schuh in der Sekunde beträgt. Ohne diese Vorsicht würde der Hafen bald mit Material oder den Stoffen, welche das Meer von Istrien herschwemmt, angefüllt werden. Alle bisher zur Etablirung eines Hafens ge-

machten Entwürfe, bey welchen auf diese Bedingung gar nicht Rücksicht genommen war, würden daher ausgeführt — der Seestadt Triest das gröfste Unglück verursacht haben.

Soll daher die Richtung und Lage des den Hafen formirenden Meerdammes den ersten fünf Bedingungen entsprechen, so mufs der Meerdamm *A B* die auf der Karte bezeichnete Form erhalten, d. i. von dem Torrente bey *A* angehen, und bis zum Punkte *B* sich endigen, folglich drey Oeffnungen oder Aus- und Einfahrten formiren. Die Abtheilung *B x* ist 200 Klafter lang, die zwischen *x* und *y* 213 Kl. und die von *d* nach *A* 153 Klafter. Die gesammte Länge des Hauptmeerdammes beträgt also 566 Klafter. Das Höft *c* erhält eine Länge von 30 Klafter. Zu diesen Werken sind erforderlich 73424 Kubickklafter Bruchsteine und 1130 Klafter Werkstücke. Mit diesen Oeffnungen schützt der Meerdamm den Hafen gegen alle nachtheiligen Windstriche und gestattet einen grofsen Aus - und Eingang zwischen sich und dem Theresien Molo von 840 Schuh, in welchem die Schiffe hinein laviren können und die dergestalt situirt wird, dafs sie schon von der Spitze des Theresien Molo gegen hohe Wellen gedeckt wird, eine kleine Oeffnung *x* von 144 Schuh zum Aus - und Einbugsiren bey stillem Wetter und eine mittlere *y* von 300 Fufs zur Communication zwischen dem Hafen und dem beym neuen Lazareth liegenden sogenannten Bassin.

Aus allen drey Oeffnungen können aber die Schiffe bey verschiedenen Winden ein - und auslaufen, je nachdem diese blasen. Der Hafen erhält gute Ankerplätze und hinreichende Tiefe für die gröfsten Kriegsschiffe und wenn man da, wo der Ankergrund nicht ganz sicher ist, weil derselbe insonderheit gegen das neue Lazareth aus einem Schlammboden besteht, Ducs d'Alben schlägt, so wird dieser Hafen einer der bequemsten von Europa seyn, zumal da er in der Nähe der Kays, d. i. in der Nähe der Stadt etablirt wird.

Zum Kalfatern und Ausbessern der Schiffe ist der Platz *c d* bestimmt. Damit derselbe sich nicht verschlamme, so habe ich

in *da* einen Säulendamm vorgeschlagen, welcher der Fluth und Ebbe einen freyen Durchgang läßst; die Wogen und Brandungen aber von dem Bezirk *cd* abhält. Dieser Bezirk ist in der Nähe der Stadt; der daran anzulegende Meerdamm *Ay* schliefst den Torrente Flufs von dem Hafen ab, und erhält, des Verkehrs wegen, zwischen *cd* eine Breite von 36 Schuh. Der gesammte Meerdamm mufs drey Schuh über die ordinaire Fluth (*) also noch höher als der Molo St. Carlo zu liegen kommen, und erhielte nach aufsen drey Schuh, nach dem Hafen $1\frac{1}{2}$ Schuh Böschung auf jeden Fufs Höhe. Er wird von grofsen Felsstücken, die in denen am Ufer liegenden Steinbrüchen in hinreichender Menge angetroffen werden, und mit Mörtel aus Pozzelana und Kalch gemacht, aufgeführt, nämlich bis zur Ebbe mit geworfenen Felsstücken und darüber mit Werkstücken, die 6 Schuh breit, 8 bis 12 lang und 3 Schuh hoch sind und mittelst steinernen Dollen, wie die Steinlagen des Leuchtthurmes von Edystone (siehe 3 B. S. 338) zusammengefügt werden sollten. Der Meerdamm erhält also bey sechs Schuh oberer Breite eine hinreichende Festigkeit.

Da dieser Damm eine krumme Linie formirt, und den Torrente Flufs ausschliefst, so fafst er auch einen grofsen Raum ein, und ist daher grofs genug für 536 Kauffahrer und 300 kleine Fahrzeuge. Auch sichert er den Hafen vor der Anhäufung von Kieseln, die jetzt der Torrente in den jetzigen Hafen einführt.

Zur Sicherheit der Schiffe sind in dem Hafen noch einige Ducs d'Alben, in denen die Pfähle durch Sinkstücke gerammt werden müssen, anzulegen, weil der Ankergrund nicht der befste ist, folglich die Schiffe mittelst Anbindung der Kabeltaue an diese Ducs d'Alben einen sichern Stand erhalten; selbst bey dem schlechten Ankergrunde. Auf dem Meerdamm mögen auf 20 Klafter Abstand alte Kanonen oder steinerne Anbindesäulen eingesetzt werden, um die Schiffstaue daran zu befestigen.

(*) Der Unterschied zwischen der ordinairen Fluth und ordinairen Ebbe beträgt vor Triest drey Schuh. Die hohe Fluth steigt zwey Schuh höher als die ordinaire, wenn nämlich kein starker Wellenschlag hinzukommt.

Zur Bequemlichkeit der Seefahrer würde ich, nach diesem Vorschlage, auf der Spitze *B* des vorgeschlagenen Meerdammes einen siebenzig Schuh hohen und auf dem Theresien Mole einen niedrigen, so wie auf dem Punte di Salvore in Istrien einen dritten Leuchtthurm errichten. Endlich habe ich bey *I* einen kleinen Bregeplatz für Barken und davor noch einen zweyten für die Schiffersahrzeuge vorgeschlagen. Auf die zwo Spitzen des Meerdammes, welche die kleine Hafenmündung *x* bilden, würde ich gerne zwey in Aquileja in einem Garten stehende Säulenschäfte von Granit setzen, um diese letzten Ueberreste ehemaliger Grösse noch zu erhalten. Denn Aquileja hat sonst fast keine bedeutende Ueberbleibsel aus dem Alterthume aufzuweisen.

Diese für die Oestreichische Monarchie so wichtige Seestadt kann ich hier nicht eher verlassen, ohne meinen Lesern die in Triest allgemein bekannte Thatsache anzuführen, dass der Staatsminister Graf v. Zinzendorf und der ehemalige Gouverneur Graf Brigido das Commerz dieses Seehafens mit rühmlichem Eifer befördert haben.

FÜNFTE ABTHEILUNG

DER

WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

DAMM- ODER DEICHBAU.

ERSTER ABSCHNITT.

Einleitung.

§. 1. Zu dem *Deichbau* zähle ich hier keinesweges den *See-* und *Flussuferbau*, wie mehrere Schriftsteller vor mir gethan haben, sondern ich verstehe unter *Deichbau* die Wissenschaft: *Deiche* (im gemeinen Sprachgebrauch *Dämme* genannt) aller Art, in hydrotechnischer und ökonomischer Rücksicht zweckmäßig anzulegen, zu erhalten und Deichbrüche auszubessern.

§. 2. Ich werde hier also weder von den Entwässerungs-Schleusen, die zur Auslassung des innern Wassers, oder von solchen Schleusen, die zur Kommunication dieses und des äusseren Wassers angelegt werden, noch von den Fangdämmen, welche von Einigen auch zu dem Deichbau gezählet werden, handeln.

Es scheint auch dieser Plan der wahren Classification der verschiedenen Abtheilungen der Wasserbaukunde zu entsprechen, weil die Fangedämme und Entwässerungs-Schleusen für den *Schleusenbau* selbst, welcher eine für sich bestehende Abtheilung der Wasserbaukunst ist, und der eben sowohl beym Kanal- und Hafenbau als beym Deichbau nöthig wird, geeignet sind. Auch vom *Seeuferbau*, der bereits im 2. und 3. Bande abgehandelt ist,

werde ich nur eine Berichtigung, die sich auf genaue Localkenntniſs gründet, mittheilen. Vom Fluſs-Uferbau würde ich noch einige Erläuterungen über den Faschinenbau vorgetragen haben, weil das darüber in dem 1. Bande Enthaltene einigen Lesern noch nicht verständlich genug gewesen ist und allerdings Zusätze verträgt, wenn mir nicht alle diejenigen, welche die in der 2ten Auflage von Büsch's Uebersicht der Wasserbaukunst von mir gelieferte Anweisung zum Faschinenbau gelesen haben, versicherten, daſs sie durch dieselbe und dasjenige, was ich darüber im 1. Bande dieses Werkes vorgetragen habe, den Faschinenbau vollständig kennen gelernt hätten. Da ich nun nicht zweifle, daſs die Leser dieses Werkes sich auch die genannte Uebersicht anschaffen werden: so mag ich hier vom Faschinenbau abermahls nicht mehrere Kupfer liefern, noch eine und dieselbe Materie durch Zusätze zerreiſsen. Ich trage also nichts mehr vom Faschinenbau vor.

§. 3. Wiewohl ich nun diese Classification der Deichbaukunde für zweckmäſsig erachte, so wird der Leser doch bald überzeugt werden, daſs der Deichbau mit dem gesammten Fluſs- und Seeuferbau, so wie auch mit dem Bau der Stau- und Entwässerungs-Schleusen in genauer Beziehung steht; daſs also der vollendete Deichbaumeister den Fluſsbau, den Seeuferbau, so wie auch den Schleusenbau gründlich verstehen müsse, wenn er in allen Fällen zweckmäſsige Bedeichungen anlegen will.

§. 4. In sofern ich aber beym Seeuferbau selbst und zwar im 3. Bande Seite 1 bis 80, wie auch im 2. Bande Seite 365 bis 448 vieles gesagt habe, welches auf den See-Deichbau Bezug hat, so werde ich von diesem nur in der Kürze handeln dürfen, um Wiederhohlungen, die immer für den Leser ermüdend sind, zu vermeiden. Und vielleicht wird es diesem nützlich seyn, wenn er die citirten Stellen, so wie auch die im 2. Bande enthaltene Materie: von der Natur der Ebbe- und Fluthströme nochmals durchgeht, ehe er in dieser Abtheilung weiter lieſst.

§. 5. Selten wird auch der Deichbaumeister in den Fall kommen, seine Deiche ohne alle Rücksicht auf das Seeufer, auf den Lauf der Flüsse, oder auch, ohne Uferbauwerke, anzulegen. Ja, er wird sogar öfters genöthigt seyn, die Deiche dem Ufer nahe zu rücken, wenn nämlich: *a.*) Die Deichlinie viele und starke Einbiegungen von einer Zurücksetzung des Deiches vom Ufer erhielte; *b.*) Der Deich landwärts auf einem morastigen, oder wenig festen Grund zu liegen kommen müfste; *c.*) Oder wenn der Deich nahe an das Ufer gelegt, auf die Correction des Flusses und dem schnellen Fortgang des Eises kräftiger so wie zweckmäfsiger, (mittelst Einschränkung des Stromes) wirken könnte, als wenn man ihn vom Ufer entfernte; *d.*) Auch wenn endlich der Deich eine Stadt, ein Dorf, einzelne Häuser beschützen oder auch von einem fruchtbaren Landesbezirk das hohe Wasser und den Eisgang abhalten soll. In solchen und ähnlichen Fällen kann der Deichbaumeister genöthiget werden, den nahe an das Ufer gelegten Deich zu beschützen, mittelst Uferbauwerke oder Vorbaue. (Es giebt auch leider Beyspiele genug, wo solche *Ufer-* oder *Schartdeiche* mit kostbaren Bauwerken gegen den Eisgang, den Wellenschlag, so wie auch gegen den Anfall des Stromes beschützet werden müssen. Die vorzüglichsten solcher Deiche, welche ich kenne, sind folgende: 1stens die Seedeiche am Helder, 2. Band S. 418. 2tens der Seedeich bey Petten, 2. B. S. 413. 3tens der Seedeich bey 'sGravesande, 2. B. S. 407. 4tens die Friesischen Seedeiche, 3. B. S. 40. 5tens die Deiche bey Goederede, 3. B. S. 28. 6tens die Seedeiche bey Blankenberg in Flandern, 3. B. S. 70. 7tens bey Westcappel auf dem Eylande Walchern, 3. B. S. 65. 8tens einige Deiche auf der Insel Texel und längs dem Nordholländischen Gestade, 3. B. S. 26 und 58. 9tens die Deiche bey Cuxhaven, 2. B. S. 446. 10tens der Seedeich bey Ostende, 3. B. S. 71. 11tens die Murazzi oder Seedeiche auf der Inselreihe ohnweit Venedig, Lidi genannt; und endlich eine zahllose Menge von Flufsdeichen, die unmittelbar am Ufer der Flüsse liegen. Ja, ich bin selbst oft in dem Fall gewesen, solche Schartdeiche zu conserviren und einige alte Dei-

che (hydrotechnischer Rücksichten wegen) den Flüssen näher zu rücken, als wovon ich einige Fälle in der 2ten Auflage von Büsch's Uebersicht der Wasserbaukunst angezeigt habe. (*)

§. 6. Wenn daher die Anlage der Deiche oder der Deichbau eine vollständige Kenntniſs des Fluſsbaues und Seeuferbaues erheischt, wie es schon die Rücksicht auf Schartdeiche beweiſst, so ist es wohl nur zu gewiſs, 1stens daſs, wie gesagt, der Deichbaumeister auch den Fluſs- und Seeuferbau so wie die Kunst, Schleusen anzulegen, verstehen müsse, 2tens daſs vom Local genaue hydrotechnische Karten zu verfertigen sind; ja, daſs man sowohl von den Wasserhöhen, als von der Beschaffenheit des Grundes, worauf der Deich gelegt werden soll und von dem Angriff des Stromes wie des Eises bestimmt unterrichtet seyn müsse.

Alles dasjenige, was also von denen Untersuchungen, die den Entwürfen über Fluſs- und Seeuferbaue vorhergehen müssen, in den drey ersten Bänden gelehret ist, gilt auch minder oder mehr bey Entwürfen des Deichbaues und ich verweise den Leser — was diese Untersuchungen betrifft — auf den 1. Band S. 23 u. s. w.; auf den 2. Band S. 377. und auf den 3. Band S. 1.

Erklärungen.

§. 7. Die Benennung *Deich*, welche im Allgemeinen allen solchen Bauanlagen, die die hohen Gewässer von irgend einem Landesbezirk abhalten sollen, gegeben wird, ist aus dem Holländischen Worte *Dyck* (*Damm*) entstanden.

Deiche können also nicht allein von Erde und Sand, sondern auch von Steinen, Holz und anderem Materiale aufgeführet werden, wie es denn auch Deiche giebt, deren vordere Seite ganz von Mauerwerk sind, als der Maas-Deich gegen den Orange-Sluis in

(*) Dieses Buch habe ich zu Vorlesungen so wie zum Selbstunterricht umgearbeitet. Davon ist bey Hoffmann in Hamburg 1802 der erste Band und 1804 der zweyte erschienen. Künftig werde ich es stets citiren mit Ueb. 2te Aufl.

Holland (Tab. 40.) oder von Werkstücken, als die Murazzi an den Lidi vor Venedig. Man benennet daher auch die Deiche nach dem Material, woraus sie bestehen, als da sind: Erddeiche, Sanddeiche, Wierdeiche (*), Rasendeiche, Steindeiche, Holzdeiche, Buschdeiche und Schlickdeiche; ja Stroh- und Rohrdeiche, wenn ihre äufsere Böschung mit Stroh oder Rohr bekrampt ist. Aufserdem, dafs die Deiche nach dem Material benennet werden, heifsen sie auch nach der Situation oder ihrer Lage, so wie nach dem Zweck, dem sie entsprechen sollen, verschieden. So nennet man z. B. diejenige Deiche, welche der Richtung des Fluthstromes entgegen stehen, *Fluthdeiche*, diejenigen aber, welche dem Ebbestrom entgegen stehen, *Ebbedeiche*. *Ufer-* oder *Schartdeich* ist ein Deich, der unmittelbar am Ufer des Meeres oder Flusses liegt und zu dessen Conservation fast immer Uferbauwerke nöthig sind. *Sturm- Schlaf-* oder *Rückdeich* ist ein solcher Deich, welcher noch einen zweyten Deich vor sich hat und wenn er das Land gegen die höchsten Gewässer beschützt, heifst er *Haupt-* oder *Landdeich*. Hält ein längs einem Flusse liegender Deich blos die Sommerfluth von dem Lande ab, so nennt man ihn *Sommerdeich*, oder in einigen Seeprovinzen *Tummeldeich*. Liegt der Seedeich auf einem ausgedehnten Vorlande, so nennt man ihn *Grodendeich*, weil Groden so viel als Vorland bedeutet. Ist ein Deich nur auf eine Zeitlang angelegt, um die Arbeit am Hauptdeiche zu erleichtern und das niedrige gewöhnliche Wasser von diesem abzuhalten, so heifst er *Nothdeich* oder *Kajedeich*. Wird gegen das Innere Wasser, längs einem Polder ein Deich angelegt, so heifst derselbe der *Innere* oder *Binnendeich*, und der See- oder Flufsdeich, welcher an der See- oder Flufsseite des Polders liegt, der *Aeufsere Deich*. Dringt durch den Hauptdeich oder hinter demselben durch den Erdboden viel Quellwasser, so wird in einer gewissen Entfernung von ihm, und zwar da, wo das Durchdringen des Wassers aufhört, ein zweyter aber niedriger,

(*) Wier heifst in Holland eine Art Meergras.

etwa einen Schuh hoch über die Oberfläche des Quellwassers reichender Deich angelegt, den man *Quelldeich* nennet. Der Vortheil, den Quelldeiche gewähren, ist vorzüglich längs dem Leckfluſs in Holland anerkannt. Man legt auch einen solchen Quelldeich um einen *Deich-Grundbruch* an, damit durch diesen das Quellwasser nicht in die Landschaft eintrete. Hat der hohe Strom einen Grundbruch, d. i. einen Kolck im Erdboden verursacht und man findet es zweckmäſsig, diesen Kolck vor den neuen Deich zu legen, d. i. auszudeichen, so heiſst das neue Deichstück eine *Einlage*: wie denn auch jede Zurücklegung eines Deiches in Holland *Einlage* (Innlaage) genennt wird. Wird der Kolck aber eingedeicht, oder vom Deiche eingeschlossen, so heiſst das Deichstück eine *Auslage*. Legt man aber den Deich durch den Kolck, so heiſst dieses Deichstück eine *Durchdeichung*. *Leitdeiche* heiſsen diejenigen Deiche, welche man längs einem Flusse und insonderheit längs Durchstichen anlegt, um die Strommasse in ein bestimmtes Bett zu halten, dieser letztern Geschwindigkeit, mithin ihr Austiefungsvermögen zu verstärken: wie denn der Beylandsche Durchstich mittelst Leitdeichen vertieft worden ist. 1. Band S. 548. Soll aber das Wasser über ein niedriges Deichstück fallen, um in einen gewissen Landesbezirk einzutreten und auf diese Weise die Wasserhöhe des hohen Wassers zu erniedrigen, so nennet man einen solchen Deichbezirk *Ueberlaſsdeich*. Ein solcher liegt oberhalb Grave, und bey Sparndam, 2. Band S. 325 u. m. Von diesen zwo Ueberlaſsdeichen ist indessen der letztere besonders zweckwidrig, wie dies in der angeführten Stelle erwiesen ist.

Die Erddämme längs den Inneren Gewässern eines Landes werden aber gewöhnlich *Dämme* und nicht *Deiche* genannt, wie denn ihr verschiedener Zweck und ihre Benennung im 3. Bande S. 109 erklärt worden ist. Auch die Bewallungen der Fisch- und Mühldeiche nennt man *Teichdämme* oder blos *Dämme*, eben so wie die Dämme längs Canälen, *Canaldämme* genennt werden. Ein kleines niedriges Dämmchen wird auch *Kade*, *Sommerkade*; wenn es längs einem Mahlbusen liegt, *Busenkade*, u. s. w. genannt.

Zuweilen legt man eine Kade auf einem bestehenden Hauptdeich an, wie dann solche Kade auf einen Theil des Friesischen Seedeichs Tab. 56. Fig. 6. in *h i* angelegt ist. Von Deichen endlich, die dem Anfall des Stromes ausgesetzt sind, sagt man, *daſs sie unter dem Strom liegen*; so wie man von denen, längs welchen der Strom vorbeyzieht, ohne auf sie gerichtet zu seyn, sagt, *daſs sie ober dem Strome liegen.*

Zu den Dämmen zählt man auch die hohen Kunststraſsen, welche über ein niedriges Terrain angelegt werden. Was diese anbetrift, so verweise ich denjenigen, welchen der Straſsenbau intressirt, auf mein im Jahr 1804 bey Degen in Wien erschienene Practische Anleitung zur Aufführung, Wiederherstellung und Erhaltung bequemer und das Commerz befördernder Landstraſsen.

§. 8. Wichtiger indessen als alle diese Benennungen ist in wissenschaftlicher Hinsicht eine bestimmte Classification der Deiche in *See*- und *Fluſsdeiche.* Da die Deiche, hydrotechnisch betrachtet, vorzüglich nach der Stärke des Angriffes, dem sie Widerstand leisten sollen, angeordnet seyn müssen: so sollte man alle diejenigen Deiche, welche längs Flüssen liegen; — die also vom Eisgange, vom hohen eisfreyen Strome, so wie auch von einem mittelmäſsigen Wellenschlage zugleich angegriffen werden, — *Fluſsdeiche* benennen. *Seedeiche* hingegen sollte man diejenigen Deiche heiſsen, welche an Seen und Meeren liegen, die also insonderheit einem hohen und heftigen Wellenschlage blosgestellet sind. Endlich bleibt noch eine dritte Art Deiche, die man vor Landseen oder stillstehenden Gewässern anlegt, und die, wie §. 7. gesagt ist, Dämme heiſsen. Auch nennt man solche kleine mit einer runden Krone versehene Dämme, welche vor den Hauptdeichen über ein niedriges Vorland hinauf entweder senkrecht auf dem Hauptdeich liegen, oder einen gewissen Bezirk einschlieſsen, um darin die hohe Fluth, oder das hohe Wasser zum Stillstand zu bringen, oder Bodensatz aufzufangen, *Dämme* und zwar *Dükeldämme*, oder *Schlickfangedämme.* Es ist wohl ohne Errinnerung klar, daſs sie nur daselbst eine

Wirkung leisten können, wo das Wasser viele Erd- oder Schlicktheile führt und das ist vorzüglich der Fall mit dem Fluthstrome an den Mündungen grofser Flüsse. Daher trift man solche Schlickfänge oder Dückeldämme längs der Weser insonderheit im Lande Wursten und dem Dollard in Menge an. Solche kleine Dämme werden auch an der See angelegt, um Sonnensalz zu erzeugen. Ich habe deren bey Chiozza und in Istrien sehr gut angelegte zu sehen Gelegenheit gehabt (*).

§. 9. Es ist diese Eintheilung in *Flufs*- und *See-Deiche*, auch um so nothwendiger, da ihre wesentlichen Eigenschaften, d. i. ihr Profil, ihre Lage, und die Masse, woraus sie bestehen, je nach dieser Classification, unter einander abweichen können. So kann man z. B. die *Seedeiche* in manchen Fällen blos von Sand aufführen, wenn sie nur eine hinreichende Böschung haben, (z. B. wie 1 : 12 oder wie 1 : 14.) auf welcher die Wellen sanft aufrollen. Flufsdeiche von blofsem Sande würde hingegen der hohe Strom und der Eisgang zerreifsen und fortschwemmen. Und da der hohe Strom mehrere Wochen anhaltend ist, und vor dem Deich stehet, welches der Fall mit den Sturmfluthen der See, die nur ein paar Tage dauern, nicht ist, so würde ein Sanddeich längs einem Flusse vom Wasser durchdrungen und erweicht werden, ja gleichsam als ein Brey auseinander gehen, wie denn diefs der Fall mit einem Deiche längs der Elbe gewesen ist. Insonderheit ist der grobkörnigte Sand der nachtheiligste! Wenn man aber

(*) Merkwürdig ist jedoch bey diesen Salinen, dafs die längs der Küste von Istrien liegenden ein Salz geben, welches Erdtheile hat, weil der Fluthstrom eine Menge Erd-Stoffen führt. Gegen Venedig zu bringt aber die See gröfstentheils Sand auf. Aus diesem Localumstande ist das bey Chiozza gewonnene Salz reiner und weifser als das an der Küste von Istrien erzeugte. Ja, wenn man auf dieser auch die Salinen mit Holz wie bey Chiozza ausdiehlen wollte, so würde das Salz dennoch, jenes Umstandes wegen nicht so rein seyn. Aber das befste Salz in Istrien zu erzeugen ist leicht, wenn man sich zur Leutrung der daselbst im Ueberfluls befindlichen Steinkohlen nur bedienen wollte.

auf den ganz feinkörnigten Sande nur auf die vordere Deichsböschung und auf die Krone eine zwey Schuh dicke Lage von Klay oder guter Erde legen kann, so ist auch kein Durchdringen des Wassers zu fürchten. An Seedeichen braucht diese Klaydecke nur einen Schuh dick zu seyn, wie es die Seedeiche bey Westcappel und bey Goederede hinlänglich beweisen. Des Wellenschlags wegen müssen aber die Seedeiche eine gröſsere Böschung und Kronenbreite (alles andere gleich gesetzt) als die Fluſsdeiche erhalten.

§. 10. Mehr aber noch als das Profil der See- und Fluſsdeiche ist ihre *Lage* oder *Deichlinie* von einander unterschieden. Die Lage der Fluſsdeiche muſs nämlich unter andern so bestimmt werden, daſs die beyderseitigen Deiche, welche längs den zwo Ufern liegen, den höchsten Strom durchflieſsen lassen, ohne in seinem Laufe eine Störung, oder wohl gar Eisstopfungen, d. i. Eisdämme zu verursachen. Eine Rücksicht, die bey Seedeichen gar nicht zu beobachten ist! Wir sehen also, daſs man alle diejenigen Deiche, welche an Flüssen liegen, und wenn gleich die Fluth in diesen Flüssen aufläuft, noch *Fluſsdeiche* nennen müsse, und diejenigen Deiche, welche längs Seeufern liegen, nur *Seedeiche* genannt werden dürfen.

§. 11. Wiewohl diese Classification Statt finden muſs, so haben doch beyderley Deiche mehrere Benennungen gemein, welche auf sie anwendbar sind. So nennet man z. B. einen Landesbezirk, welcher eingedeicht ist, einen *Polder*; er liege längs einem Flusse oder an des Meeres Ufer. Zum Unterschiede sollte man daher jenen einen Fluſspolder, diesen einen Seepolder nennen. Derjenige Landesbezirk aber, welcher zur öconomischen Erhaltung eines Deiches, er sey See- oder Fluſsdeich, beyträgt, entweder in Gelde, oder mit Arbeit, heiſst ein *Deichband*, *Deichsgemeinschaft*, oder auch *Deichscommune*. Die concurrirenden Grundeigner heiſsen aber *Deichsgenossen*. Ein Verzeichniſs von dem Deiche und dessen einzelnen Parcellen, welche den Deichsgenossen zur Unterhaltung zugetheilt sind, heiſst *Deichsrolle*. In den mehrsten Fällen tragen ganze Länder zu den Deichslasten bey, und wenn gleich einige

Bezirke des Landes gar keinen Vortheil vom Deiche haben. Billiger Weise sollte bey dergleichen Lasten doch ein gewisses dem Vortheil und den gesellschaftlichen Rechten entsprechendes Verhältnifs Statt finden. Zum Flufsbau an Hauptflüssen (das sind solche Flüsse, die schiffbar oder flofsbar sind) eines Landes sollten alle Grundeigenthümer concurriren, weil das Ganze von der bessern Leitung eines Flusses Vortheil hat. Den Deichbau, wenn er keine Beziehung auf die Correction oder den bessern Lauf des Flusses und eine bequemere Schiffahrt hat, sollten aber insbesondere alle diejenigen Grundeigner und Einwohner der Ortschaften bestreiten, welche in solchen Ortschaften wohnen, dieselbst, oder deren Felder überschwemmt werden, oder deren Auswässerung litte, wenn keine Deiche vorhanden wären. Könnten diese Ortschaften ohne grofse Anstrengung die Deichlasten nicht tragen, dann erst müsse das *gesammte Land* concurriren, weil durch ihre zu grofse Anstrengung beym Deichbau das Land in andern Rücksichten leiden würde. Diejenigen Personen, welche über das Deichbauwesen die Direction und Aufsicht haben, heifsen: Oberdeichgrafen, Deichgrafen, Oberdeichinspectoren, Deichinspectoren, Deichbaumeister, Deichaufseher und Deichgeschworne.

Die Deichordnung,

worin die Art der Concurrenz, die Pflichten der Deichsgenossen und der Deichsofficianten festgesetzt sind, ist daher ein wesentlicher Gegenstand der Deichswirthschaft: sie sollte demnach auf eine raisonnirende Uebersicht des gesammten Localdeichwesens — in Beziehung auf genaue hydrotechnische Karten hydrometrische Messungen und Beobachtungen — gegründet seyn; Ja! sie sollte zugleich geschichtliche Nachrichten von den mit dem Deichbau und der Deichlinie vorgegangenen Veränderungen und von den auf die Anlagen erfolgten Wirkungen darlegen; ferner die Flufs- und Deichbaus-Conventionen mit dem Nachbar und überdies ein *Landesdeichrecht*, worin die allgemeine Deichpflichtigkeit und die Strafen für Deichsbeschädiger u. s. w. festgesetzt seyn mögen, ent-

halten. Wünschenswerth bleibt es indessen, daſs irgend ein Jurist in Verbindung eines Wasserbaumeisters ein allgemeines Deichrecht, welches der Hydrotechnik entspricht, entwerfen möchte, woran es den Gesetzbüchern bis jetzt noch mangelt und das je nach dem Provinzialherkommen in jedem Lande mit einigen Abänderungen entworfen werden müſste. Da die Deiche jährlich an ihrer Höhe durch den Regen und Frost etwas verlieren; auch das Vieh, welches von allen solchen Deichen, die nicht Böschungen von wenigstens 4 bis 6 Fuſs und gröſsere haben, entfernt gehalten werden muſs, bey schlechter Aufsicht aber viel ruinirt; so wie die hohen Gewässer Beschädigungen anrichten, der Erdkörper des Deiches anfänglich schwindet, endlich der Regen von den Böschungen stets Erdtheile abspült, so muſs der Deich zu Ende Aprils oder im Monat May besichtiget und alle Reparaturen veranstaltet werden. Im Herbste wird dann der Deich von dem Oberdeichinspector oder auch wohl von diesem und den Civilbeamten nochmahls besichtiget, um zu untersuchen, ob das im Frühling Verfügte bewerkstelligt sey. Solche Besichtigungen nennt man eine *Deichschau.* Die Besichtigung im Frühling heiſst die *Vorschau* und die im Herbst die *Nachschau.*

§. 12. Insofern nun das Querprofil oder Besteck der Seedeiche dem der Fluſsdeiche ähnlich ist, so will ich es in diese allgemeine Erklärung mitaufnehmen. Das Querprofil eines Deiches besteht nämlich: 1stens aus dem Deichfuſs *ae* Fig. 62. Tab. 84., welcher auf dem Grunde oder dem sogenannten Deichstaal liegt. 2tens besteht es aus der Krone oder Kappe *gh.* 3tens aus der Aeussern Böschung *he.* 4tens aus der Inneren Böschung *ga.* 5tens der Theil *ghae* heiſst der Innere Theil des Deiches. 6tens hat der Deich landwärts noch einen Absatz, der entweder zu einem Fuſspfad oder Wege dient, oder der die Durchsickerung des Quellwassers verhindert, so heiſst dieser Absatz die *Deichsberme.* Der Graben, welcher längs einem Deiche ausgehoben wird, um die daraus genommene Erde zum Deich zu benutzen, heiſst der *Deichgraben* oder *Deichslot.* Wird die Erde aber in einer gewissen Entfernung

vom Deiche aus einem Bezirke genommen, so nennt man diesen die *Deichgrube* oder auch *Deichputte.*

§. 13. Die Gröſse der Böschungen wird aber nach dem Verhältniſs, wie sich die Basis von dem Böschungstheil *he* zu dessen verticalen Höhe verhält, ausgedruckt. Ist dieses Verhältniſs wie 2 : 1, so sagt man, die Böschung sey zwey Schuh auf jeden Schuh Höhe, oder zweyschuhig u. s. w.

ZWEYTER ABSCHNITT.

GRUNDSÄTZE UND PRACTISCHE MAXIMEN BEYM DEICHBAU.

a.) In Rücksicht der Fluſsdeiche; insbesondere ihre Lage, Höhe und Stärke betreffend.

§. 14. Wenn man bey der Anlage eines Deiches bloſs auf Ersparniſs sein Augenmerk richten müſste und nicht auf die Beschaffenheit des Flusses, so wie auf des Stroms Anschwellungen und auf die Eisgänge, dann würde man freilich diejenige Deichlage oder Deichlinie für die zweckmäſsigste halten müssen, welche die kürzeste ist, dennoch den gröſsten Erdraum einschlieſst, dem Deich die mehrste Stärke giebt, und, um der Ersparniſs willen, auf den höchsten Boden gelegt ist. Dieses ist aber in der Praxis kein allgemein anwendbarer, also kein hinreichender Grundsatz; sondern es muſs die Deichlinie, längs Flüssen, wo möglich dergestalt angeordnet werden, daſs 1stens der Hauptdeich nicht so weit in den Bug derjenigen Serpentinen, die für den Lauf des Flusses nachtheilig sind (das sind solche, welche zu spitz sind, daher Eisstopfungen erzeugen und die Geschwindigkeit, welche zur Reinhaltung des Fluſsbettes nöthig ist, verringern) hineingelegt werde, so daſs er den hohen Strom nach dem concaven und im Abbruch liegenden Ufer hinüberdränge, folglich dessen Einsturz vermehre. 2tens Ist dem Deiche ein so groſses Vorland, als die öconomische

Absicht, um welcher willen der Deich angelegt wird, und die hydrotechnische Rücksicht auf den Flufs es gestatten, zu lassen.

3tens Mufs zwischen zweyen gegenüberliegenden Deichen — oder zwischen einem Deiche und dem ihm gegenüberliegenden hohen Ufer — der höchste Eisstrom oder eisfreye Strom vorüberfliefsen können, ohne dafs die Profilstellen oberhalb eine Anschwellung oder Retardation des Stroms hervorbringen; ja, ohne dafs sie die Eismassen in ihrem Fortgange hemmen. 4tens Kann man aber die kürzeste Linie und das höchste Terrain wählen, desto besser. Noch zweckmäfsiger ist es insonderheit, wenn man bey der Deichlinie auch die Zufuhren aus denen Bezirken, woraus die Deicherde genommen werden mufs, durch ihre Annäherung an diese Bezirke erleichtern kann. 5tens Allen andern Rücksichten mufs aber der Grundsatz vorgehen; dafs die Deichweiten stets dergestalt situirt seyn, dafs sie keine Eisstopfungen und schädliche Stromanschwellungen verursachen.

§. 15. Ist es also nöthig: längs einem Flusse neue Bedeichungen vorzunehmen; hat man die Deichweiten, das sind die Entfernungen der gegeneinander überliegenden Deiche, zu bestimmen, so kann diefs folgender Maafsen geschehen: Die erste Methode ergiebt sich *a.*) wenn die natürlichen Engen zwischen hohen die höchsten Wasserstände übersteigenden Ufern als ein Normal angenommen werden, wobey jedoch zu bemerken ist, dafs die Geschwindigkeit in diesen Engen nicht so schnell seyn darf, dafs das Wasser die Böschung des Ufers angreift; denn sonst würden die naheliegenden Deiche bey ähnlicher Geschwindigkeit nicht Widerstand leisten können, es sey denn, dafs man sie mittelst Steinböschung deckte. In diesem Falle mag man also die Deichweiten um etwas gröfser als die natürlichen Engen machen. *b.*) Bey zu grofser den Deichen drohender Geschwindigkeit des Stromes müssen aber die Deichweiten so grofs seyn, dafs das Profil, in die vorüberfliefsende Wassermasse dividirt, eine solche Geschwindigkeit des Stromes zuläfst, welche keinen sonderlichen und schädlichen Angriff auf das Ufer hervorbringen kann. Kennt man nun diese un-

schädliche mittlere Geschwindigkeit und die vorüberfliefsende Wassermenge, so kann man die Gröfse des Profils bestimmen. 1. Band S. 340. Weifs man dann ferner die Wasserhöhen zwischen ähnlichen Profilen, so kann die mittlere Höhe des Wasserstandes vom Querschnitt des höchsten Stromes leicht berechnet werden. Wird diese aber in den Inhalt des Profils selbst dividirt, so erhält man die Profilweite d. i. die gesuchte Entfernung der gegenüber liegenden Deiche. *c.*) Es mufs also allerdings die Wassermenge, welche bey den höchsten Anschwellungen des Stroms vorüber fliefst, beyläufig bekannt seyn. Bey diesem Satze ist noch anzumerken: dafs das Vorland längs Flüssen fast eine und dieselbe Höhe hat, d. i. nach dem Querschnitte des Flusses genommen, beynahe horizontal liegt, dafs also in Beziehung auf den höchsten Wasserstand kein bedeutender Unterschied in der mittlern Höhe des Profils von dem vorüberfliefsenden Wasserkörper Statt finden kann, wenn auch die Deiche *etwas* weiter von einander gelegt oder näher zusammengerückt werden. Also müssen in diesem Falle — wenn das Vorland unter der Höhe des zwischen den natürlichen Ufern stets fliefsenden Stromes liegt — die Deichweiten gröfser als die Breite der Querprofile zwischen eben diesen natürlichen Ufern seyn. *d.*) Findet der Hydrotekt aber bereits an dem Flusse enge Profile zwischen den Deichen — die ich *Deichengen* nennen will — so ist es zweckmäfsig, dafs er an anderen Stellen die Entfernungen der gegenseitigen Deiche in Beziehung auf den höchsten Wasserstand eher gröfser als kleiner, wie solche Deichengen, anordne. *e.*) Insonderheit müssen aber die Deiche desto mehr aus einander gelegt werden, je gröfser die Wassermenge des Stromes eines und desselben Flusses wird, d. i. je nachdem sich mehrere Nebenflüsse in den Hauptflufs einmünden, so dafs also die Profilweiten zwischen zwo gegenüberliegenden Deichen — in Beziehung auf den höchsten Wasserstand und die Lage des Vorlandes — gröfser seyn müssen, je näher sie des Flusses Mündung liegen.

f.) Dieser Grundsatz ist auch um so nothwendiger in Ausübung zu bringen, weil — nach der Natur der Flüsse — in den

untern Flufsbezirken die Geschwindigkeit des Stromes fast allemal geringer als in den obern ist. Diesem Grundsatze entgegen finden wir aber leider die meisten Bedeichungen angelegt, welches insonderheit die zwo ersten Bände dieses Werkes und die dazu gehörigen Flufskarten evident beweisen. Kein Wunder also, wenn die mit Deichen eingeengten Flüsse in ihren unteren Bezirken so oft anschwellen, über die Deiche stürzen, Eisstopfungen, Deichbrüche und Ueberschwemmungen verursachen. Sind aber in den obern Flufsbezirken die Deiche zu weit entfernt, so verliert der hohe Strom die zur Austiefung des Bettes erforderliche Geschwindigkeit, wie das dann der Fall in vielen oberen Flufsgegenden, wie z. B. am Oberrhein und der Donau ist. Daher versanden sich dann auch die Bette dieser Flüsse, steigen immer höher empor und verändern sehr oft ihre Lage. Daher vorzüglich die Menge Inseln, die schädlichen Seichten und Serpentinen so wie die vielen Verwüstungen, welche diese Flüsse anrichten.

§. 16. Wir sehen also, dafs die gegenseitige Entfernung der Deiche nicht blos von der Gröfse des Vorlandes, noch von der Breite des Flufsbettes abhängig ist, wie so viele Schriftsteller gelehrt haben, sondern dafs sie den hydrotechnischen Flufsbau-Anlagen, der Correction des Flusses und den hohen Anschwellungen des Stromes entsprechen müsse. So mufs man die Deiche z. B. öfter näher zusammen rücken, als es die öconomischen Absichten erheischen, um nur mittelst Einschränkung des Stromes dessen Geschwindigkeit und Austiefungsvermögen zu vergröfsern: insonderheit findet dieser Fall bey solchen Flüssen Statt, deren Bett — während der fehlerhaften Führung des Flufsbaues oder Vernachlässigung der Kunstmittel — sich sehr erhöhet hat und das also, so wie Durchstiche, vermittelst Leitdeichen vertieft werden mufs. Dieses Mittel ist unter andern bey dem Bylandschen Durchstich der Waal und bey der Neuen-Yssel 1. B. S. 547. und 2. B. S. 177. mit dem besten Erfolge angeordnet worden.

§. 17. Oefters nöthigt indessen auch das Local zum Gegentheil dessen, was die, denen so eben aufgestellten Grundsätzen ent-

sprechende, Rechnung vorschreibt: d. i. zu gröfseren Deichweiten.
a.) Wenn es nämlich öconomisch nöthig ist, dafs die niedrigen Weiden- oder Wiesenbezirke von dem mit Schlick oder Flufsschlamm gesättigten Winter- Herbst- oder Frühlingswasser bedeckt werden, um den Wachsthum der Gräsereyen zu befördern. In diesem Fall ist es also zweckmäfsig, die Hauptdeiche weiter als die hydrotechnischen Absichten es verlangen, von einander zu entfernen und vor diesen Hauptdeichen solche Sommerdeiche, welche der Correction des Flusses entsprechen, anzulegen. Es ist auch diese Maafsregel um so nothwendiger, da diejenigen Wiesenbezirke, welche hinter den Hauptdeichen liegen, die Bewässerung mit fettem Flufswasser entbehren, wenn man keine kostbaren Schleusen und Deiche, die das eingelassene Wasser vom Lande abhalten, anlegen kann.

Ist der Boden dieser Bezirke porös, so dafs er Quellwasser durchläfst, dann wird dieses die Gräsereyen verderben, weil es klar, ohne düngende Schlicktheile ist. Bey dem Eintritt des Quellwassers ist es aber zweifach nöthig, die Wiesen zur Winterszeit mit Flufswasser zu bedecken, damit die Gräsereyen gedüngt und gegen die schädliche Wirkung des Quellwassers gesichert werden. Diesen Grundsätzen, welche von der Erfahrung bestätigt sind, zuwider, finden wir aber an den mehrsten Flüssen grofse, dem Quellwasser ausgesetzte, Bezirke eingedeicht, welche vor dem Hauptdeiche hätten liegen müssen. Sie tragen aber auch wenig und schlechtes Gras, wenn die Wiesen des Vorlandes gesundes und viel Futter bringen. Ja! selbst ein beträchtlicher Theil von Holland ist um mehrere Jahrhunderte zu früh eingedeicht worden, ehe er noch mittelst des Flufsschlammes die nöthige Höhe — um vom Quellwasser nichts mehr leiden zu dürfen — erreicht hatte. Daher liegen dann auch jetzt die Flüsse Hollands mit ihren Betten sowohl, als mit ihren Oberflächen höher dann die eingedeichten Bezirke (Polders). Daher auch zum Theil und wegen der zu niedrigen Deiche, die vielen verheerenden Ueberschwem-

mungen, wovon im 2. Band die nachtheiligsten aufgezählt worden sind.

§. 18. Die Deichlinie muſs nun auch eine solche Richtung erhalten, daſs der Deich dem hohen Wellenschlage, dem Angriff des hohen Stromes und Eisschube so viel als möglich entzogen wird. Wo sich aber in diesem Betracht eine nachtheilige Situation nicht vermeiden läſst, muſs das Vorland mit Büschholz und Kopfweiden bepflanzt, ja es müssen Höſter und Kribben längs dem Ufer angelegt werden, um die Gewalt des Eisstromes, so wie des eisfreyen Stromes und der Wellen; mithin den Angriff dieser Kräfte auf den Deich zu schwächen. Hülſsmittel, von denen bereits beym Fluſs- und Seeuferbau gehandelt worden ist. Oder man wird auch, wo der Angriff nicht so heſtig ist, sich mit bloſsen Ufer-Revetements und Belegung der Deichsböschung mit Steinen und andern Material behelfen können, als worüber ich unten noch Einiges anführen werde.

§. 19. Die Deichlinie hängt ferner zuweilen von der eigenthümlichen Localität des Deichstaals, d. i. von demjenigen Bezirke, worauf der Deich zu liegen kömmt, so wie von dem Prinzip, daſs man ihm so wenig *Aus*- und *Einbiegungen* als möglich, geben müsse, ab. Die letztern verstärken nämlich den Wellenschlag, indem sie den Wellen keine freye Ausdehnung zulassen, 3. B. S. 2. u. s. w. und man setzt dadurch also den Deich dem Angriff des wogenden Stromes und Eisschubes aus. Ueberhaupt ist es ein Hauptgrundsatz; daſs man weder dem Strome, noch dem Wellenschlage oder Eisgange viele Angriffspuncte des Deiches darbieten darf, mithin die Deichlinie weder hervorspringend noch zurückziehend bestimmen muſs, so viel es nur immer anderer Rücksichten wegen — als öconomische — und die Natur des Terrains es gestatten, geschehen kann. Auch muſs man in dieser Hinsicht bey der Deichlinie alle scharfen Ecken, wenn nicht besondere Umstände dieselben nothwendig machen, sorgfältig vermeiden.

§. 20. Wenn also z. B. ein Grundbruch im Deiche erfolgt ist, so ist es zweckmäfsiger, den Wasserkolck durchzudeichen, wenn er anders nicht zu tief ist, und sein kleinster Theil innerhalb des Deiches in kurzer Zeit und ohne allzu grofse Kosten mit Erde, zur Höhe des Mayfelds, zugefüllt werden kann. Ist eine solche Ausfüllung aber zu kostbar, so ist die Ausdeichung des Kolckes weit zweckmäfsiger als die Eindeichung, *a.*) weil der vor dem Deich liegende Kolck bey hohen Wasserständen zuschlicken kann und die concave Deichlinie doch noch besser als eine convexe, des Angriffs vom Strome wegen, ist *b.*) durch den eingedeichten Kolck ins Land viel Quellwasser eindringt, wenn man ihn nicht mit einem Quelldeiche umgiebt; Endlich *c.*) ein etwaiger Uebersturz des Wassers, über den Deich in den Kolck, leicht einen Durchbruch verursachen kann. Macht aber der Deich zu beyden Seiten des Kolckes schon eine beträchtliche Bieguug, so ist es zweckmäfsig, die krummen Deichenden ganz zu verlassen, und sich mittelst einer geraden neuen Deichlinie vom Kolck so viel als möglich landwärts zu entfernen, wenn anders wichtige Gebäude eine solche neue Einlage nicht untersagen. Auf diese Weise wird auch der ausgedeichte Kolck von dem Flufsschlick zugefüllt werden können. In diesem Betracht ist es sonach zweckmäfsig, die Deichgruben oder den Deichgraben wo möglich vor den Deich und nicht hinter denselben zu legen. Damit aber die Deichgruben weder zusammen ein Wasserbecken ausmachen noch ihr Wasser das sie umgebende Ufer abspüle und dieselben eher anschlicken oder sich mit Flufsschlamm füllen, so müssen sie mittelst Erdräumen von 12 bis 18 Schuh getrennt und, je nachdem der Boden porös ist, vom Deiche weiter entfernt, auch so wenig tief als möglich gemacht, und jede Grube nicht länger und breiter als etwa 36 Schuh seyn.

§. 21. Wir sehen also, dafs es bey der Bestimmung der Deichlinie auf gar mancherley Rücksichten ankömmt und dafs man alle Localumstände (die Zwecke, welche man mit den Deichen erreichen will), so wie auch die Hülfsmittel, deren man sich

bedienen kann, wohl überlegen müsse, ehe die Lage eines Deiches bestimmt werden kann. Sie wird insonderheit bey solchem Locale schwierig, wo sich zwey Flüsse vereinigen; die wechselseitige Eisstopfungen und Ueberschwemmungen verursachen. Es sollen nämlich bey ihm die Deiche beyder Flüsse einen gemeinschaftlichen Zweck, d. i. die unschädlich schnelle Abführung der hohen Eisströme bewirken und zur Beschützung der Flufsgegenden beytragen. Wenn nun gleich solche Localfälle unter einander sehr verschieden sind, so wird doch schwerlich ein Fall vorkommen, den der angehende Hydrotect in der Praxis nicht glücklich auflösen sollte, nachdem er sich mit den in diesem Werke über den Flufsbau vorgetragenen Grundsätzen und Beyspielen bekannt gemacht hat. Wie z. B. einer der schwierigsten Fälle, ich meyne die gleichzeitig zu bewirkende Bedeichung zweyer Flüsse, das ist die Bedeichung des Mayns oberhalb seiner Mündung und des Rheins oberhalb Maynz, von mir vor einigen Jahren behandelt worden ist, das habe ich in der neuen Ausgabe der Ueb. 1. B. S. 219. vorgetragen und es wird dieser Fall meinen Grundsätzen zum Belege dienen.

§. 22. *Von der Höhe der Flufsdeiche* werde ich nur in der Kürze bemerken, dafs die Krone der Hauptflufsdeichen einen bis drey Schuh über die höchsten Anschwellungen des Eisstromes reichen müsse, nämlich bey guter Deicherde und zwar, je nachdem der Deich dem Strome, dem Eisschube oder auch dem Wellenschlage blofsgestellt ist, höher gelegt werden. Sommerdeiche legt man aber nur einen Schuh über das gewöhnliche hohe Sommerwasser.

§. 23. Hätte man es längs unseren Flüssen nicht mit dem Eisgange zu thun, so möchten die Deiche nur drey Schuh über den höchsten offenen Strom, des Wellenschlags wegen, der an grofsen Flüssen, wie z. B. am Rhein eine verticale Höhe von $2\frac{1}{2}$ Schuh über die Wasserfläche erreicht — bestimmt werden. In unserm Clima sind wir nun aber einmal genöthigt, auf die Eisgänge und Eisstopfungen, welche die Flüsse zu einer für die Dei-

che verderblichen Höhe anschwellen, Rücksicht zu nehmen. Da nun die bisher bekannten höchsten Wasserstände auch die stärkesten Eisstopfungen in Bewegung gesetzt haben — denn die Wassermasse mufs die Eismasse zu heben im Stande seyn, um sie fortzudrücken; — so ist kein Grund vorhanden, warum man in der Zukunft eine noch gröfsere Höhe des Eisstromes erwarten sollte, es sey denn, dafs man die hydrotechnischen Correctionen des Flusses vernachlässige und dessen Lauf noch mehr serpentirend mache, oder dessen Bett sich erhöhen und versanden lasse.

§. 24. Soll aber ein Flufs erst bedeicht werden, so wird die Wassermasse, nach vollendeter Bedeichung, höher als vorher steigen, wenn man die Profile schmälert, so lange die Geschwindigkeit nicht im Verhältnifs der Verkleinerung der Profile wächst. Man wird daher zwischen solchen Flufsbezirken, die von natürlichen hohen Ufern gebildet werden, und beyläufig eben so weit, als die Bedeichungen des Flusses von einander liegen, bey denen auch die Situation des Flusses und dessen Profile der Situation und den Profilen der zu bedeichenden Flufsstrecke ähnlich sind, den Unterschied des höchsten und niedrigsten Stromstands, oder die Höhe von jenem über den Nullpunct des Pegels (1. B. S. 24.) kennen, um die Deiche 1 bis 3 Schuh über diesen Wasserstand erhaben und insbesondere in Beziehung auf die Exposition des Deiches gegen den Strom so wie auf die Serpentinen, welche gewöhnlich die Eisstopfungen hervorbringen, zu legen.

§. 25. Liegen aber die Deiche, wie gewöhnlich, zwey oder drey Fufs unter dem höchsten Eisstrome, oder den höchsten Wasserständen und dem Wellenschlage, so wird ihre innere Böschung von dem über sie fallenden Wasser und Eise ausgerissen, die Kappe wird durchbrochen und die Ueberschwemmung der eingedeichten Landschaft erfolgt unausbleiblich: Ja, nach erfolgten Deichbrüchen sind solche zu niedrig liegende Deiche noch weit schädlicher für die Beschaffenheit des Flusses und für die Flufsgegenden, als wenn gar keine Deiche vorhanden wären: denn der anfänglich zum Theil durch sie aufgeschwellte Strom stürzt mit

Gewalt durch die Deichbrüche, führt dann Sand und Kiesel auf die Fluren, über welche der unbeschränkte, also niedrige Strom nur sein feinstes, d. i.: fettes Material verbreitet, und das gröbere in des Flusses Bett gelassen haben würde, wenn Seitenströme, welche die Deichbrüche formiren, nicht Statt gefunden hätten. Die Deichbrüche schwächen auch überdies die Geschwindigkeit des eigentlichen Stroms, indem sie tiefe Seitenströmungen bilden; denn es steht zuweilen das Eis noch im Flufsbette in Eisdämmen fest, wenn es durch die Deichbrüche zieht. Daher tragen denn auf diese Weise die seitwärts des Flusses durch Deichbrüche ausgetretene Eisgänge nicht nur nichts zur Reinigung der Flufsbetten bey, sondern sie häufen dieselbe noch mit groben Kiesel und Material an; ja sie verstopfen sogar Flufsärme, die sie nicht nur rein gehalten, sondern noch vertieft haben würden, wenn man die gesammte Wasser- und Eismasse zwischen hohen Deichen zu fliessen genöthigt hätte.

§. 26. Wiewohl nun im Wasserbau manche sonderbare Verfahrungsarten anzutreffen sind, so ist doch wohl keine zweckwidriger, als dafs man die Hauptdeiche unter die höchsten Wasserstände legt und doch findet dieser Fall selbst in Holland und an den mehresten Flüssen statt, wie die zwo ersten Bände zeigen. Auch im Venetianischen Oestreich ist derselbe an der Brenta, dem Bacchiglione und an mehreren Flüssen zu Hause. Der Deich soll ja das Land gegen alle Ueberschwemmungen schützen; wenn man nun Deiche hat, die niedriger als die höchsten Wasserstände liegen und bey denen zur Zeit der Gefahr wegen ihrer Länge keine schleunige hinreichende Aufdämmung möglich ist, so müssen ja nothwendig die hohen Anschwellungen des Stromes über die Deiche stürzen, diese zerreissen, und Ueberschwemmungen verursachen. Ueberdies aber müssen alle Deiche nach und nach niedriger werden, weil die Regengüsse, der Frost und das Eintrocknen die Erdtheile ablöfst und den Deichkörper schwinden macht; mithin mufs man ihre Höhe gleich nach allen diesen Rücksichten einrichten und stets erhalten.

§. 27. Haben nun auch die Deiche eine Reihe von Jahren der nothwendigsten Ausbesserungen entbehrt, so ist es ganz begreiflich, daſs sie niedriger, als das anfängliche Besteck besagt, seyn müssen. Bey der Rectificirung der Deiche, oder bey einer neuen Bedeichung müssen daher auf 50 Ruthen Abstand Nummer-Pfähle, tief in dem alten Deiche oder in dem festen sich gesetzten Theil des neuen Deichs, placirt werden, woran die Höhe des Deiches über den Nullpunkt des Pegels bezeichnet ist, und die man stets conserviren muſs. Diese Pfähle geben auch bey Reparaturen die Bezeichnung der Deichstellen ab.

§. 28. Endlich werden die Deiche fast an allen Flüssen relativ niedriger, weil die Fluſsbetten bey Unterlassung zweckmäſsiger hydrotechnischer Hülfsmittel sich erhöhen, also auch die Oberfläche des hohen Stromes steigt, und Eisstopfungen, mithin Anschwellungen und ein hoher Stand des Eisstromes darauf folgen. Man muſs also auch nach diesen Erhöhungen der Flüsse die Deiche erhöhen.

§. 29. Wenn nun gleich alle diese Fälle bey den mehrsten Flüssen und Bedeichungen eingetreten und Ueberschwemmungen derer Landesbezirke, welche mittelst der Deiche beschützt werden sollten, bey jedem ausserordentlichen Wasser erfolgt sind, als wovon die im 2. Bande gegebenen Nachrichten die auffallendsten Beweise sind, so wird doch nur in wenigen Fluſsgegenden auf eine Erhöhung der Deiche gedacht. Selbst in Holland, dessen Existenz vom Wasserbau abhängt, dem eine ähnliche Ueberschwemmung, wie die von 1799, Millionen kostet; dessen Flüsse dadurch, daſs die Eismassen sich seitwärts ins Land ergieſsen und nicht zwischen den Deichen bleiben, gar nicht tief erhalten werden können, sondern für die Auswässerung des Landes und die Schiffahrt auf die beunruhigendste Weise emporsteigen. — Selbst dort sind die Hauptdeiche längs der Waal und dem Niederrhein zwey bis drey Schuh und darüber zu niedrig und überdies äuſserst ungleich; Ja! wiewohl diese Mängel vor Augen liegen, auch die Erfahrung uns lehrt (2. Band):

dafs man sich mit schnellen Aufdämmungen zur Zeit der Noth nur äufserst selten schützen könne; wiewohl endlich die localkundigen Personen und die geschicktesten Wasserbaukundigen die Deicherhöhungen für zweckmäfsig erachten und über die unzureichenden Geldmittel, welche zum Wasserbauwesen angewiesen sind, Klage führen: so geht man dennoch mit einer unglaublichen, ja unverantwortlichen Sorglosigkeit zu Werke; läfst alles beym Alten und die Deiche in einer allzuniedrigen Lage. Für die Correction der Hauptflüsse geschieht auch wenig; ja man legt eine Menge partieller Deichengen an den untern Flüssen; gestattet den Hauptflüssen schädliche Mündungen ins Meer, 2. B. S. 252. und sieht den Versandungen der Flüsse, so wie der Fahrwasser ziemlich gleichgültig zu. Das geschieht alles natürlich gegen den Willen der geschickten Wasserbaumeister. Eben so und noch weit ärger wird an andern Flüssen und in manchem andern Lande verfahren, nur freylich mit dem Unterschiede, dafs die beym Wasserbauwesen Employirte es nicht nur gut heifsen, sondern wohl gar anordnen, oder doch wenigstens vertheidigen. In einem sehr verwahrlofsten Zustande befinden sich die Deiche oder Dämme am Po, der Brenta und der Etsch, so wie an mehreren Flüssen Italiens, die ich i. J. 1803 bereifste. Dieselben werden aber daher auch bey jeder hohen Anschwellung der Flüsse zerrissen; und so überschwemmen diese die fruchtbarsten Gefilde Italiens. Ja die Flufsbetten erhöhen sich dergestalt, dafs einige seit einem Jahrhundert weit über die nahen Flufsgegenden empor gestiegen sind; und noch jährlich nehmen diese Versandungen zu. Ueberhaupt sind die mehresten Flufsdeiche nur auf die höchsten Fluthen, welche beym *eisfreyen* Strome erfolgt sind, nach und nach erhöhet worden; folglich ist bey ihnen noch nicht für das Austreten der Eisströme gesorgt.

§. 30. Oefters lassen sich jedoch mit einer grofsen Geldersparnifs die alten Deiche erhöhen, wenn man z. B. auf die breite Krone einen kleinen Deich aufsetzt, wie das Profil N$^{ro.}$ 2 und 6 Tab. 56. zeigt. Ein solcher Aufsatz oder eine solche Kade ist auch

auf dem nördlichen Leckdeich bey Wyk by Duurstede angeordnet, wo er zugleich den Fuſspfad, der mit Sand bestreuet ist, bildet. Derselbe hat schon einige Mahle die Provinz Holland gegen Ueberschwemmungen gesichert, und bewiesen, daſs er hinlänglichen Widerstand leistet, wiewohl dessen Krone nur 1 ½ bis 2 Schuh beträgt. Diese Aufdeichung ist also auch ein Beweis dessen, was ich unten von der Breite der Krone sagen werde.

Von der Stärke des Profils der Fluſsdeiche.

§. 31. Obgleich die Festigkeit und Dauer der Deiche grösstentheils von ihrer Lage gegen den Strom und ihrer eignen Höhe abhängt, so ist sie doch auch von der Stärke des Profils und von der Materie, woraus der Deichkörper aufgeführt ist, wesentlich abhängig; so wie auch von der Beschaffenheit des Grundes, auf welchem der Deich liegt. Da wir nun bereits über die Bestimmung der Deichlinie und über die Höhe der Deiche das Nöthigste erörtert haben, so bleibt noch das Profil und die beste Erdart festzusetzen übrig.

§. 32. Was das Queerprofil des Deiches, oder das Besteck betrift, so ist et zweckmäſsig, wenn es — in Beziehung auf das Material des Deiches — der längsten Dauer und gröſstmöglichsten Oeconomie entspricht. Diese Bedingung kann es aber nicht erfüllen, wenn man ihm nicht solche Dimensionen giebt, bey denen der Deich allen Angriffen des in Absicht seines höchsten Standes bekannten Flusses und Eisstromes Widerstand leisten kann und ferner des Deiches vorderer Theil nicht aus solcher Masse aufführt, welche das Durchdringen des Wassers schlechterdings verhindert; wenn endlich der Deich nicht auf einen festen und sichern Deichstaal, und sollte derselbe auch erst von der Kunst gebildet werden müssen, gelegt wird.

§. 33. Betrachtet man nun das Queerprofil *abcd* eines Deiches Fig. *b* Tab. 84., so ist es einleuchtend, daſs die Gröſse des Widerstandes, womit der Deich dem Angriff und Drucke des Wassers widersteht, keineswegs blos von der Gröſse der Krone *bc*

abhängt, wenn diese über das höchste Wasser liegt, sondern dafs sie zugleich von der Gröfse der Böschungen abhängig ist. Die Stärke des Deiches ist daher sowohl durch diese, als mittelst jener zu erhalten.

Wenn z. B. der Deich *ABC* weit über den höchsten Wasserstand gebracht ist, dieser Widerstand also des Deiches Krone nie erreichen kann, so ist es, hydrotechnisch betrachtet, ganz gleichgültig: ob diese Krone eine beträchtliche Breite hat oder nicht, wenn sie anders nicht zum Fuſs- oder Fahrwege dienen soll. Man mufs also allemal die Stärke oder Breite des Deichprofils in Rücksicht des höchsten Wasserstandes *xy* betrachten. Da das Wasser nehmlich in den Deich nicht Oeffnungen verursachen darf: so wird man — bey Bestimmung des Deichprofils — mit der gröfsten Sicherheit zu Werke gehen, wenn der Deich da, wo ihn die höchste Wasserfläche bey *x* berührt, während dafs der Flufs eisfrey ist, bey der besten Deicherde eine Stärke von 6 Schuh erhält.

Bey einer solchen Wasserhöhe aber, welche nur von Eisstopfungen erzeugt wird und während welcher die Deiche noch gefroren, also steinhart sind, mag der Horizontalschnitt des Deiches — daselbst genommen, wo dieser Eisstrom an dem Deiche streicht — nur 4 bis 5 Schuh betragen. Diese Dicke wird, nach vielfältigen Erfahrungen, hinreichend seyn, wenn des Deiches Höhe nach der oben gegebenen Bestimmung angeordnet wird.

Liegt der Deich aber dem Strom sehr nahe, und ist er dem Eisschube blosgestellt, so mag man dessen Dicke noch vermehren. Man sieht hieraus, dafs die Breite der Krone gar nicht allein die Stärke des Bestecks ausmacht, wie Einige gelehrt haben.

Wir wollen dies noch mittelst eines Profils von einem dem Eisschube und Wellenschlage blosgestellten Schartdeiche, den ich im Hessen-Darmstädtischen im Jahre 1799 verstärkt habe, anschaulicher machen. Vor dem Jahre 1799 war (Tab. 84. Fig. 65) das Profil *abcd*. Der damalige Eisschub und Ueberstürz der Eis-

massen, dessen Höhe 2 Fuſs 9 Zoll betrug, zerriſs den Deich bis zur Linie *efg*. Damit nun in Zukunft das Eis auf die äuſsere Böschung allmählig aufgeschoben, und dessen Angriff abgemattet werde, gab ich dem Deichprofil die Fig. *ABC*, also eine äuſsere fünfschuhige Böschung. Ich legte den Deich zwey Schuh vier Zoll über den höchsten Eisstrom. Bey diesem höchsten Stande des Stromes erhielt der Deich noch eine Dicke von 14 Schuh, dessen einschuhige Krone ist also noch stark genug, weil sie weder von den Eisschollen, noch vom Wasser berührt wird. Hätte ich aber diese Krone sechs Schuh breit machen wollen, so würde das Profil um 75 Quadrat Fuſs gröſser geworden seyn. Daſs aber dieser Deich überflüssig stark ist, bewies die Erfahrung im Jahre 1800, denn er empfieng, gleich nach seiner Vollendung, einen heftigen Eisschub, welcher sich in einem Eisberg auf dessen Böschung lagerte, und dennoch ist der Deich ganz unversehrt geblieben.

§. 34. Was aber die Krone derjenigen Deiche betrifft, über die das hohe Wasser überlaufen soll, als z. B. die Krone der Sommerdeiche: so sollte sie bey guter Deicherde wenigstens vier Schuh stark seyn. Sie sollte auch rund oder gewölbt seyn, um das Wasser besser übergleiten zu lassen, damit es an der innern Böschung, in der Nähe der Krone, so wenig Einwühlung als möglich verursache. Daſs ich übrigens hier nicht von solchen Deichen rede, welche eine Krone haben, die zum Fahrwege dient, versteht sich von selbst; denn diese muſs man nach der Breite und Frequenz des Fuhrwerks einrichten und öfters 18 bis 26 Schuh breit machen.

§. 35. Bestehen die Deiche aber aus schlechter Deicherde, so müssen sie, und wenn sie auch hoch genug liegen, dennoch eine 4 bis 8 Schuh breite Krone haben, damit der Wellenschlag und Eisschub von ihrer äuſsern Böschung ohne Gefahr noch Erde fortreissen könne: denn die mit vielem Sande vermischte Erde friert nicht so fest und tief als Schlick- und Dammerde; mithin sind die davon aufgeführten Deiche einer gröſsern Gefahr blosge-

stellt. Vorzüglich tritt dieser Fall deswegen ein, weil die den Deichen gefährlichen Hochwässer gewöhnlich nur bey Eisgängen oder bis Eisstopfungen entstehen. Ist die Krone eines alten zu erhöhenden Deiches etwa 6 bis 12 Fufs breit und nicht zu einem Wege unentbehrlich, so mache man die innere Randlinie oder Kronenlinie der Erhöhung 1 bis 2 Fufs höher, als die vordere alte Krone ist, und lege also den aufgekarrten neuen Theil gegen den Horizont geneigt; wodurch viel erspart wird.

§. 36. Es ist sonach aus dem vorigen §. und aus der Natur des Angriffs auf den Deich — der entweder vom Strom, vom Eisschube, oder von dem Wellenschlage bewirkt wird — klar: dafs die Gröfse des Widerstands, den ein Deich leisten mufs, auch zum Theil von der Form und Gröfse der *äufsern Böschung* abhängt. Man darf daher diese äufsere Böschung nicht zu steil machen, sondern man mufs sie so flach als möglich anlegen. Ihre flache Lage hängt aber nicht nur von den benannten zerstörenden Kräften, als Strom, Wellenschlag und Eisschub, sondern auch von der Beschaffenheit der Deicherde ab, auf diese mufs also zugleich bey ihrer Bestimmung gesehen werden.

§. 37. Die befste Deicherde aber ist der sogenannte Flufs-Schlick, oder Schlamm, der sich längs den Ufern der Flüsse erzeugt, auch Klay-Erde genannt. Am Rhein besteht der Schlick gewöhnlich aus 85,5 Gran der feinsten Kieselerde, und aus 9,5 Gran Kalcherde und bey der chemischen Operation ist 5 Gran Verlust. Der rheinländische Cubickschuh wiegt aber (trocken) 78 bis 79 ℔ Nürnberger Gewicht (*). Nach diesem folgt die Damm- und Gartenerde. Uebrigens ist das Kennzeichen einer guten Deicherde, dafs sie schwer, feinkörnig schwärzlicht ohne viele Sandtheile, und wenn sie nafs wird, klebrig und zähe ist. Sie ist also, wenn sie compact aufgefahren wird, wie es seyn sollte, der Schwindung wenig unterworfen und hat

(*) Der feine nasse Flufssand wiegt beyläufig 85½ ℔ trocken etwas mehr, hat aber alsdann nur eine unbedeutende Cohäsion.

so viel Cohäsion, daſs das Wasser nicht durch sie dringen kann. Auch muſs eine gute Deicherde fruchtbar seyn, um Gräsereyen zu ziehen, d. i. eine gute Grünschwarte oder Grasdecke hervorbringen. Lehm, Moor-Erde und Sand ist also die allerschlechteste Deicherde. Wenn keine andere in Menge zu haben ist, so sollte man den Deich in gute Schlick- oder auch Damm- und Gartenerde 2 bis 3 Schuh dick einzuhüllen suchen: um *a.*) das Durchdringen des Wassers zu verhindern, weil der bloſse Lehm springt nur sparsam Gräsereyen zieht; der Sand aber das Wasser einnimmt, *b.*) dem Deich eine gute Grünschwarte, die so äuſserst nöthig zu seiner Conservation ist, zu geben *c.*) den Deich zum Graswachs zu benutzen und endlich *d.*) dessen Haltbarkeit mittelst einer Grasdecke zu vermehren.

Hat man aber der guten Deicherde zum Ueberzuge eines Hauptdeiches nicht genug, so muſs doch damit die vordere Böschung bedeckt werden: denn diese soll das Eindringen des Wassers in den Deich schlechterdings verhindern.

Es ist daher äuſserst fehlerhaft, wenn man an Hauptdeichen den mittlern Theil, oder auch die innere Böschung von guter Deicherde, und den übrigen aus schlechter aufführt.

Bey Ueberlaſs- und Sommerdeichen ist es freylich ein Anderes: denn bey diesen muſs die Oberfläche der innern Böschung deswegen aus guter Deicherde bestehen, damit sie dem Ueebersturz des Wassers widerstehe.

Der Kiesel oder kalchartiger Grand kann durch eine Mischung mit Erde sehr verbessert d. i. dichter gemacht werden, vorzüglich wenn man die Masse etwas anfeucht. Diese Mischung bedienen sich die Engländer um die Sohle ihrer durch Kiesellagen gehenden Canäle wasserdicht zu machen. Sie nennen diese Buddeln.

§. 38. Nach der Erfahrung bedürfen aus guter Deicherde bestehende Fluſsdeiche, die überdies ein hinreichendes Vorland haben, und weder vom Eisstrome, noch Wellenschlage heftig angegriffen werden, einer 1 $\frac{1}{2}$ bis 2 schuhigen Aeussern-

Böschung. Die Innere mag ein bis 1 ½ schuhig seyn. Daſs diese hinreicht, beweisen die Rhein-, Waal-, Maas- und Weserdeiche. Es bleibt auch die Schlickerde in einer einschuhigen Böschung noch liegen und beraſst, wiewohl langsamer als bey einer zweyschuhigen Böschung. Auch habe ich gesehen, daſs mäſsige Wellen auf einer einschuhigen Böschung auſgerollt sind, ohne sie zu beschädigen, wenn sie mit einer guten Grünschwarte versehen war, welches die Deiche auf der Mündung des Etschflusses und der Maas, in Praxis zeigen.

Ist die Deicherde aber schlecht, so muſs man die Böschung vergröſsern, und sie unter den angeführten Umständen je nach der Beschaffenheit der Erde und des Locals zwey bis vierschuhig machen.

Da, wo aber der Deich dem Strome, Eisschube, und Wellenschlage ausgesetzt und die Deicherde gut ist, mag man die Böschung zwey bis vierschuhig, ja fünfschuhig (zum Ueberflusse) bestimmen. Diese letztere Böschung reicht auch, der Erfahrung gemäſs, hin, wenn die Deicherde etwas schlecht ist.

§. 39. Was die Innere-Böschung betrift, so darf sie bey den Hauptdeichen, über welche der Regel nach, nie Wasser überstürzen soll, — nicht so groſs als die äuſsere gemacht werden. Man kann sie also bey guter Deicherde zu ein bis 1 ½ Fuſs, bey etwas schlechter zwey Fuſs und bey sandiger Erde drey Fuſs auf jeden Fuſs Höhe annehmen und wird alsdann weder zu viel noch zu wenig thun. Ist es aber bloser Sand, so mag man die Oberfläche mit einer zwey Schuh dicken Klaylage decken.

An *Sommer-* oder *Ueberlaſsdeichen*, worüber das Wasser fällt, muſs freylich die Innere-Böschung gröſser gemacht werden, um Einrisse in dieselbe (indem das Wasser nur über sie hingleiten darf) zu verhindern. Je höher auch das Wasser über die Deiche fällt, aus je leichterer Erde die Deiche bestehen, desto flächer müssen die Böschungen gemacht werden. Bey solchen Sommerdeichen, worüber das Wasser zwey Schuh fällt und die gut beraſst sind, mag sie zweyschuhig seyn. Ist die Erde schlech-

ter, so vergrösſere man sie bis auf drey Schuh. Fällt aber das Wasser höher über die Deiche, ohne daſs Quellwasser dahinter steht, und sind sie beträchtlich über das Mayſeld erhoben etwa zehen Fuſs: so muſs der Böschungswinkel verkleinert und die Böschung vier bis fünſschuhig gemacht werden. Ja! des Slaper-Deiches in Holland (2. B. S. 325.) Innere-Böschung verhält sich zur Höhe wie 13 ½ zu 1, wiewohl er noch überdies eine gewölbte Krone hat und aus guter Erde besteht. Dessen Durchbruch würde aber das Verderben einer wichtigen und reichen Landschaft nach sich ziehen. Da hat man also eher zu viel als zu wenig gethan, wie recht und klug ist. (*).

§. 40. Dieses wären also die wesentlichsten Maaſsen zweckmäſsiger und öconomisch vortheilhafter Fluſsdeich-Profile als ein Mittel aus unzählig vielen Deichen, die allen Angriffen des Wassers und Eises widerstanden haben. Wollte ich aber *solche* Vorschriften über die Gröſse der Böschungen machen, nach denen man sie bey Erddeichen achtschuhig angegeben hat, wie mehrere Schriftsteller vor mir gethan haben: Vorschriften, die nie in Praxis ausgeführt werden können; bey denen man lediglich auf die Höhe des Deiches über das Mayfeld Rücksicht genommen hat — was würde dabey herauskommen? denn niemand kann (der groſsen Kosten wegen) bey Fluſsdeichen, die nicht aus purem Sande bestehen, Deiche aufführen, die eine sechs bis achtschuhige Böschung haben.

§. 41. Wenn ich hier gleich die, meiner Erfahrung nach, besten Profile dargelegt zu haben hoffe: so sind diese Bestimmungen dennoch manchen Modificationen unterworfen. Es muſs

(*) Darüber aber, daſs dieser Deich zu niedrig liegt, sind bereits im zweiten Bande die Nachtheile gezeigt worden und der Wasserbau-Commissair Conrad hat hierüber in seiner treflichen Verhandeling over de Rhynlandschen Slaaperdy by Spaarndam 1802. einen unumstöſslichen Beweis geführt, der sich auf eine Reihe von Beobachtungen stützt. Hoffentlich wird daher die Municipalität von Amsterdam selbst auf die Erhöhung dieses Deiches antragen!

z. B. ein Deich, der durch einen moorigten Bezirk aufgeführt wird, immer etwas stärker und höher gemacht werden, als wenn man ihn auf einen sichern Grund legt.

§. 42. Wiewohl nun die angegebenen Dimensionen einer zweckmäfsigen Deichwirthschaft ziemlich entsprechen werden, so sind doch nur wenige Deichbaumeister in dem Fall, nach denselben die ihnen anvertrauten Flufsbezirke bedeichen zu lassen, denn die Summen, welche man zu dergleichen nützlichen Auslagen bestimmt, sind gewöhnlich noch zu gering, um alte Deiche zweckmäfsig zu erhöhen, zu verstärken und neue Deiche nach solchen Profilen anzulegen. Höchstwahrscheinlich wird man also noch fortfahren, niedrige Deiche mit steilen, d. i. mit halbschuhigen äufsern Böschungen zu erbauen; Deichbrüche und Ueberschwemmungen erhalten und diese als Naturereignisse betrachten, wiewohl sie gröfsten Theils nur der Mangel einer guten Deichwirthschaft sind.

§. 43. Was endlich die Form oder Gestalt der Böschungen anbetrifft, so ist darüber gar mancherley geschrieben worden, ob sie nehmlich geradelinigt, convex oder concav seyn müssen. Der eine Schriftsteller hat diese, ein anderer die zweyte und der dritte die erste Form vorgeschlagen.

In Praxi sind nun wohl bey Erddeichen die geradelinigten Böschungen die zweckmäfsigsten, weil sie nicht so viel kosten und sich wenig senken, wenn der Deich nur mit Sturzkarren oder Wagen anfgefahren ist.

Wird die Böschung aber mit Steinen belegt, so ist die Convexität allerdings zweckmäfsig, weil dieselbe eine Wölbung, also eine grofse Festigkeit der Steindecke zuläfst. Kann jedoch auch ein Erddeich bey der Anlage, ohne bedeutende Kosten, convexe Böschungen erhalten, so ist das gewifs sehr gut: denn dieselben werden sich doch mit der Zeit in geradlinigte verwandeln, wenn nämlich der Deich sich vollkommen gesetzt hat. Auch bedarf eine convexe Böschung weit wenigere Nachhülfe, als eine geradlinigte, die selbst vom Regen viel leidet.

Concav mache man indessen die Aeuſsere-Böschung nie; denn aus dieser Form entsteht nur ein schnelleres Abspühlen der Dossirung vom Regenwasser, und der Eintritt des Wassers in den Deichkörper wird erleichtert. Ueberdies stellen sich bey allen Deichen, die mit Schubkarrn aufgeführt sind, leider einige Concavitäten bey den Erdböschungen ein, man ist daher oft genöthigt, dieselbe wieder ausfüllen zu lassen. Wozu will man also diese *künstlichen* Böschungen, welche keinen Vortheil bringen, sondern nur in der Ausführung mehr kosten, anwenden.

§. 44. Nachdem ich nun von der Festigkeit der Deiche selbst gehandelt habe, so ist es hier der Ort, von ihrer wesentlichen Beschützung, ich meyne von der Bepflanzung des Vorlandes mit Rustern, Weiden, Canadaischen, Italienischen und Deutschen Pappeln, zu sprechen. Nahe am Ufer, und auf dem Ufer selbst pflanze man blos Erdweiden, die nachgebend sind, worauf sich also das Eis niederlegt, indem sie sich darunter beugen. Auf diese Weise formiren sich auf solchen Weidenanlagen ganze Eisberge, welche dann das Ufer, und selbst den Deich gegen den Angriff des Stroms beschützen.

Die Kopfweiden, Pappeln und Rustern, womit man das Vorland besetzt, weil dieselben auf dem hohen Vorlande besser als Erdweiden wachsen, zersplittern auch das Eis, so daſs keine der stärksten Schollen an den Deich kömmt. Auch schwächen dergleichen Anpflanzungen den Angriff des Stroms, und den Wellenschlag gar sehr, wie leicht begreiflich ist. Hat man kein Vorland, so muſs doch — wenn nur immer möglich — der Fuſs des Deiches mit einigen Reihen Kopfweiden oder Pappeln bepflanzt werden, um jene Absicht zu erreichen, d. i. den Deich vor dem Angriff des Eises, Stromes, und Wellenschlages zu beschützen, ja auch Holz für die Uferbauwerke zu ziehen. Aber nicht nur der Deichfuſs, sondern auch die Vordere-Böschung muſs etwa 6 bis 10 Schuh (verticaler Höhe) von der Krone abwärts, bepflanzt werden: denn es ist durch die Erfahrung, un-

ter andern an den Leckdeichen, erwiesen, dafs das Wasser unten um den Stamm, der auf der vordern Böschung stehenden Bäume gar keine Einwühlungen verursacht hat, also solche Bäume die auf 10 bis 12 Fufs Abstand von der Krone auf die Böschung gesetzt werden, den entschiedendsten Vortheil bewirken. In diesem Betrachte habe ich im Hessen-Darmstädtischen vor den Deichen und auch hinter denselben (um Faschinen-Holz zu ziehen) solche Anpflanzungen bewerkstelligen lassen. Wenn nun auch zu dem bemerkten Abstand von der Krone ein Baum fortgerissen wird und in dem Deich einige Schuh tief Einwühlung entsteht, so hat das gar nichts zu bedeuten; denn des Deiches Breite ist so grofs, dafs das kleine Loch gar keine schädliche Folgen haben kann. Ein Anderes ist es, wenn man mit der Anpflanzung bis zur Krone hinauf geht; dann kann freylich der Umsturz eines Baumes oder mehrerer Bäume den Durchbruch des Deiches zur Folge haben, wie dies der Fall längs der Gelderschen Yssel gewesen seyn soll.

Grundsätze in Betreff der Lage, Höhe und Stärke der Seedeiche.

§. 45. Ich habe bereits oben bemerkt, dafs ich von den Seedeichen hier nur in der Kürze handeln werde, weil ich darüber im 2. und 3. Bande, bey Gelegenheit des Seeuferbaues, vieles gesagt habe, was dabey zu beobachten nöthig ist.

§. 46. Die Deichlinie oder die Lage eines Seedeiches mufs wo möglich dergestalt placirt werden, *a.*) dafs der Deich auf einen natürlichen, oder künstlichen festen Deichstaal gelegt wird; *b.*) Er mufs dem herrschenden Seewinde, d. i. dem Wellenschlage und dem Eisschube, so viel als möglich entzogen werden, also auch ein grofses Vorland erhalten. *c.*) Die Deichlinie sollte weder Einbiegungen noch Ausbiegungen erhalten, weil dieselben den Wellenschlag vermehren. *d.*) Und wenn selbst die Form des Seeufers in der Deichlinie Krümmungen nothwendig macht, so mufs man die scharfen Ecken, des Angriffs der Wellen wegen, dem sie blosgestellt sind, zu vermeiden suchen; solche abrunden,

oder mit Flügeldeichen, die mit einer Steinböschung auslaufen, oder auch mit Seeuferbauwerken decken.

§. 47. *Die Höhe der Seedeiche* betreffend, so muſs dieselbe noch einige Schuh über die höchsten Wellen, die auf ihrer Böschung aufrollen, liegen, das ist, etwa zwey bis sechs Schuh über die höchsten Sturmfluthen, und 12 bis 20 Fuſs über die Springfluthen. Also ist man genöthigt, diejenigen Deiche, auf denen der herrschende Seewind aufsteht, höher als die unter dem Winde liegenden Deiche zu legen. Man muſs demnach über die Höhe der Sturmfluthen und ihr Aufrollen auf schräge, der Deichsböschung ähnliche Flächen genaue Beobachtungen vor sich haben, um weder zu viel noch zu wenig bey der Bestimmung der Deichshöhen zu thun.

§. 48. *Von der Stärke des Profils der See-Erddeiche* hängt die Haltbarkeit der Deiche wesentlich ab; aber man muſs nicht denken, daſs sie vorzüglich von der Krone gebildet wird; Nein! Sie besteht gleichfalls vorzüglich in der sanft ablaufenden äuſsern Böschung! Dieſs beweiſst uns die Erfahrung an den Seedeichen bey Sas van Gent, an den Kadeichen am Friesischen Gestade, und an mehreren Deichen. M. s. d. 3. Band. Also ist die Krone der Seedeiche, wenn sie aus guter Deicherde aufgeführt wird, zu sechs Schuh breit genug. Soll sie freylich zum Wege dienen, so muſs man sie breiter machen, und zur gröſseren Festigkeit die Ziegelstein-Ausfüllung, welche im 3. Band S. 61. beschrieben ist, anordnen, wenn sie nehmlich der Kosten wegen, nur irgend bewerkstelliget werden kann.

Wird der Deich vom bloſsen Sande aufgeführt und nur mit einer zwey Schuh dicken Klaylage auf der vordern Böschung belegt, so mache man die Krone 12 Fuſs breit. Fehlt dem Seedeiche aber die Klaylage, so darf die Krone eine Breite von 24 Schuh und darüber erhalten.

§. 49. Die äuſsere Böschung sey — wenn der Seedeich allen Windstöſsen ausgesetzt ist, wenn er ein Schartdeich ist und der Deichkörper aus guter Erde besteht, der Deichfuſs aber mit-

telst Uferbauwerken vollkommen gesichert ist — vier bis fünf schuhig. Seedeiche, die aus schlechter Erde aufgeführt werden, müssen, unter diesen Umständen, eine sechs bis achtschuhige äufsere Böschung erhalten. Werden sie aber von blofsem Sande aufgeführt, ihre äufsere Böschung mit einer Schuh dicken Klaylage belegt und mit Stroh bekrampt, so mache man die äussere Böschung zehn bis zwölfschuhig. Fehlt aber diese Klaydecke, und die Oberfläche der Böschung wird nur mit Stroh bestickt, (über das Besticken mit Stroh und Bepflanzen mit Helm findet man im 3. Bande S. 23. nähere Anweisung) so mufs diese Böschung zwölf bis vierzehnschuhig seyn, wie die Seedeiche bey 'sGravesande, Petten und Westcappel beweisen.

Haben die Deiche aber ein weites Vorland, sind sie dem heftigen Wellenschlage nicht blosgestellt, und bestehen sie aus guter Deicherde, so bedürfen sie nur einer zweyschuhigen äussern Böschung. Dreyschuhig sey diese, wenn der Deich dem Wellenschlage ausgesetzt ist, derselbe aber ein gutes Vorland, oder ein grofses Watt vor sich hat.

§. 50. Die innere Böschung eines Seedeiches betrage, nach der Erfahrung, bey guter Deicherde $1\frac{1}{4}$ bis 2 Schuh Ausladung auf jeden Fufs Höhe. Bey schlechter Erde sey sie dreyschuhig; denn es giebt selbst Sanddeiche, die nur eine zweyschuhige innere Böschung haben, als z. B. der Seedeich bey Petten, Tab. 49. und der Sanddeich auf dem Lidi vor Venedig.

§. 51. Als Muster zu guten Deichprofilen dienen aber die Deiche auf der Insel Wieringen, der Deich am Kielplatz des Hafens Nieuwendiep und der Slaaper-Deich am Züricher Ort. Deiche, die auf Tab. 47. und 56. dargestellt sind.

Was nun über die Form der äussern Böschung der Seedeiche gesagt werden könnte, läuft auf dasselbe hinaus, was ich bey den Flufsdeichen §. 40. vorgetragen habe, als worauf ich nur verweise.

DRITTER ABSCHNITT.

VON DER SPARSAMKEIT, ODER GUTEN ÖCONOMIE BEY AUFFÜHRUNG DER DEICHE.

§. 52. Die Sparsamkeit bey Deicharbeiten; so wie beym Wasserbauwesen aller Art, kann ausser der zweckmäſsigen Anordnung des Bauwerkes selbst von guter Organisation der Direction bey der Baustelle bewirkt werden. Diese muſs nun so eingerichtet seyn: daſs die Oberaufsicht über die Arbeit einem Manne — (Inspector) dem die Praxis geläufig ist, der Beurtheilungskraft und Gewandtheit, so wie eine gute Methode hat, die Bauaufseher dem Local angemessen zu belehren, solche zur Ausübung ihrer Pflicht zu verhalten, so wie die Arbeiter zum Fleiſs anhalten zu lassen, anvertrauet wird. Derselbe, oder die ihm untergeordnete Bauaufseher, müssen *a.*) die Arbeiter und Wägen stets so anzustellen wissen, daſs sie alle beschäftigt sind, keiner den andern hindert. *b.*) Jeglicher Arbeiter nach seinen Kräften und nach der ihm eigenthümlichen Behendigkeit zu arbeiten genöthigt wird. *c.*) Daher muſs dem Inspector auf 50 bis 80 Mann ein Bauaufseher zugegeben werden, welcher in seiner Abwesenheit die eben angeführten Dispositionen mit gleicher Emsigkeit zu treffen, sich bestreben muſs. *d.*) Auch hat der erstere sich bey der Art der Arbeit nach der Witterung zu richten, und beym Regenwetter die Arbeiten so viel als thunlich ist, einzustellen, In diesem Betracht muſs zu den Deicharbeiten nicht ohne Noth eine andere als eine gute Jahrszeit gewählt werden. *e.*) Der Inspector muſs für so viel als möglich bequeme Deichfahrten oder Auffahrten sorgen, und *f.*) die beste Deicherde, so nahe als thunlich ist, nehmen. *g.*) Auch das zweckmäſsigste Fuhrwerk, als worüber unten mehreres vorkommen wird, wählen. *h.*) Nach der Anzahl der Schubkarn-Drücker, — die sich richtet 1°. nach der Zeit, in welcher der Deich fertig seyn soll und 2°. nach der Entfernung des Platzes, worauf die Deicherde geladen wird, vom Deiche

selbst — ist die Anzahl der Lader und Schubkarn zu bestimmen. *i.*) Auch darf nur bis auf eine gewisse Entfernung, welche ich unten angeben werde, die Deicherde mit Schubkarn aufgefahren werden; Auf weitere Entfernungen muſs man sich der Wipp-Pferdskarn (oder der Wagen) bedienen.

§. 53. Hat nun der Inspector mittelst einer beträchtlichen Anzahl genauer Versuche es ausgemittelt, wie viel Cubickschuh fester Erde zehn Mann in zehn Arbeitsstunden, d. i. in einem Arbeitstage auf den Deich bringen können, wenn sie fleiſsig sind: so berechne er auf dem Ladeplatze die Deichgrube, und schlieſse unmittelbar mit den Arbeitern einen Verding und zwar mit je zehn bis zwanzig Arbeitern, denen ihre Deichgrube, die sie aber aller Orten gleich tief ausstechen müssen anzuweisen ist, so kann auch über das Fahren mit Sturz- oder Wippkarrn, wie auch über das Planiren ein Accord abgeschlossen werden. Arbeiten, über welche der nächste Abschnitt manche Data liefern wird. Zuweilen wird auch wohl die Deichgrube nachdem sie ausgehoben ist erst berechnet. Man läſst nämlich hier und da abgekürzte Erdkegel, welche an ihrer Oberfläche den Rasenboden der Deichgrube behalten müssen, stehen. Nach diesen wird also die Tiefe des ausgehobenen Bezirkes erkannt. Eine Berechnung die den Arbeitern begreiflicher und die im Grunde sicherer ist als jede andere, weil die vor Anfang der Arbeit ausgerechneten Bezirke, öfters nicht aller Orten so tief ausgehoben werden, als die Rechnung es bestimmte. Es versteht sich hierbey von selbst, daſs die Kegel die tiefen und hohen Stellen der Erdoberfläche angeben müssen, folglich da, wo der Boden uneben ist, mehrere stehen bleiben, als wo dessen Oberfläche fast horizontal ist.

§. 54 Hier wird es nun ohne Zweifel der schicklichste Ort seyn einige öconomische allgemeine Maaſsregeln beym Deich- und Wasserbau überhaupt zu erörtern. Dieselben bestehen darin 1°. daſs man kein Bauwerk auf Entreprise bauen lassen muſs, 2°. daſs man in Friedenszeiten das Militair zu nützlichen Werken verwenden sollte.

Diese erste Maasregel will ich in diesem, die zwote in dem folgenden §. erörtern. Ich werde daher zuerst von den mit den Entreprisebauten, sowohl für den Deichbau als für Wasserbauten aller Art verknüpften Nachtheilen reden.

Ein *Entreprise - Bau* heifst nämlich diejenige Verfahrungsart, nach welcher man einem oder einigen Unternehmern den *gesammten Bau* für eine bestimmte Summe übergiebt, also nicht einzelne Theile desselben in Verding arbeiten läfst. Dieses letztere ist nämlich öfters vortheilhaft, z. B. bey Erdarbeiten, wo man den körperlichen Innhalt berechnen kann. Jedoch mufs man alsdann darauf sehen, dafs die Bauanlage die nöthige Compression erhält. Auch die Lieferung der Baumaterialien mag man einem Unternehmer übergeben; ihn jedoch stets anhalten, nach der Vorschrift gute Materialien auf die Baustelle zur rechten Zeit zu fördern. Wenn aber ein Bauwerk in Entreprise aufgeführt werden soll, sey es eine Schleuse, eine Brücke, oder ein Wohngebäude u. s. w. so wird eine Zeichnung und ein Bauanschlag dazu entworfen. Letzterer enthält eine Beschreibung der Gattungen der Materialien, ihrer Eigenschaften und die Bestimmung ihrer Quantität. Durch ihn soll die Art und Weise angegeben werden, nach welcher der Bau auszuführen ist; kurz, ein zweckmäfsiger Bauanschlag, soll zugleich eine Anweisung zum Bau selbst enthalten. Zu solchen Bauanschlägen haben die Französischen Architecten (z. B. Perronet in seinem Werke von den Brücken) Muster geliefert. Nach der Zeichnung und dem Bauanschlage wird also dem das Wenigste Fordernden der Bau übergeben. Ist derselbe von Bedeutung, so mufs er unter der Aufsicht eines Architecten stehen, und der Entrepreneur mufs für dessen Dauer auf eine bestimmte Anzahl von Jahren Bürgschaft leisten. Diefs alles ist nun zwar als eine Mafsregel der Vorsicht anzusehen; aber ich könnte örtliche Beyspiele in Menge aufstellen, welche beweisen, wie wenig selbst diese in den meisten Staaten beobachtet wird. Die Nachtheile der Entreprisebauten bestehen nun kürzlich darin *a.*) dafs der Unternehmer zuverlässig mehr für seinen Vortheil

als für die Solidität des Werks sorgen und stets Ausflüchte machen wird, wenn der Bauführer durch ihn, diese oder jene Arbeit, so und nicht anders geleistet haben, selbst wenn der Ingenieur den Vorschriften und Profilen des Bauwerkes gemäfs gebauet wissen will, *b.*) dafs bey denjenigen Werken, die unter einer erfahrenen Direction, welche die Leitung eines Baues doch wohl besser als ein gewinnsüchtiger Entrepreneur verstehen mufs, betrieben werden, so viel als thunlich ist, erspart wird. Solche Baudirectoren oder Inspectoren aber, welche den Entreprisebau vorschlagen und ihn wirklich in Ausübung bringen, gestehen dadurch entweder ein, dafs sie und die ihnen untergeordneten Baubedienten, weniger als der Entrepreneur fähig sind, einen Bau mit Erfolg zu dirigiren, oder sie scheinen die Absicht zu haben, mit den Entrepreneurs zu theilen, und zeigen sich ganz gleichgültig gegen das Urtheil des Publikums. *c*) Weil von keinem Deich- und Wasserbauwerke oder Bauwerke überhaupt ganz genaue mit den endlichen Kosten übereinstimmende Anschläge gemacht werden können, wovon die Ursachen in der Veränderlichkeit des Baugrundes; in zufälligen Ereignissen, als dem plötzlichen Steigen und Anschwellen des Stroms, dem Eintritt der Sturmfluth, der regnigten Witterung, dem Steigen und Fallen des Tage- und Fuhrlohns, ja in den verschiedenen Beschäftigungen des Landmannes, welche die Tage- und Fahrlöhne öfters sehr vertheuern u. dgl. so wie endlich in den Eisgängen zu finden sind. *d*) Dafs die Werkzeuge aller Art der Baukasse bleiben, wenn auf Rechnung gearbeitet wird, und dafs endlich *e*) in diesem Falle die Bauinspectoren und Bauaufseher, viele und nützliche Erfahrungen machen; die sie nicht sammeln können, wenn der Entrepreneur die Hauptsachen, als Schöpfmaschinen, Rammen und die Art der Arbeit im Ganzen anordnet. Erfahrungen, von welchen sie wieder bey ähnlichen Anlagen eine für den Staat sehr erspriefsliche Anwendung machen können. Es ist daher von denen Staatsbeamten, welche verlangen, dafs Baukundige viele und langjährige eigne Erfahrungen

gemacht haben sollen, äusserst inconsequent gehandelt, wenn sie zugleich die Entreprisebauten, bey denen der Unternehmer und nicht der Baukundige anordnet, in Schutz nehmen.

Oefters trifft es sich auch, dafs der geschickte und des Werkskundige Inspector mit dem Entrepreneur zerfällt, indem er zweckmafsig gebaut wissen will; dafs dann gleichwohl der letztere über ihn siegt und ihn durch seine Freunde von der Arbeit zu entfernen weifs. Es ist auch leicht begreiflich, dafs der Entreprisebau mehr kosten müsse, als der auf Rechnung betriebene, denn der Entrepreneur will ja Vortheil ziehen. Leider sind nun öfters die durch Entreprisebauten verursachten Vergeudungen ungeheuer, selbst dann noch, wenn die Baubedienten ehrliche Männer sind. So rechnete z. B. der Ingenieur la Fer in seiner Schrift: (sur la possibilité de faciliter l'établissement genèral de la navigation. S. 1274): dafs der Entrepreneur der Brücke von Neuilly 500000 Livres gewonnen habe, wiewohl die Königliche Bauaufseher alle Mühe übernommen und die Rechnung selbst geführt hatten. Bey der Unterhaltung des Pariser Steinpflasters, welche jährlich 900000 Livres kostet, gewonnen die Entrepreneurs die Summe von 287000 Livres. Mit dieser hätte man füglicher die nöthigen Aufseher bezahlen und jungen Baukünstlern Unterstützungen zufliefsen lassen können. Billig und zweckmäfsig wäre es also: alle Entreprisebauten abzustellen, die Baubedienten gänzlich mit der Verrechnung zu verschonen, damit kein Verdacht der Veruntreuung auf sie falle, und sie nicht in Versuchung gerathen, solche zu begehen. Auch bin ich vollkommen überzeugt, dafs es keinen grofsen, noch mittleren Staat giebt, welcher nicht durch Entreprisebauten aller Art, ungeheure Summen ganz unnöthig anlegte, während auf einige tausend fl., die man zur Bildung angehender Baumeister und zur Bezahlung der Baukundigen hätte anwenden sollen, mit Unkunde gesehen und sie als eine grofse Ersparnifs betrachtet hat. Es würde daher zum Besten der Staaten und insbesondere des Bauwesens abzwecken, wenn die Baukundigen-Beamte, die auf ihr

Studium, auf Reisen, Bücher und Instrumente viel Geld verwenden müssen, so bezahlt werden, daſs sie ohne Nahrungssorgen leben können. Eine den Kenntnissen und Bemühungen der Baukundigen angemessene Bezahlung wird der Staat sicherlich, bey einigen wenigen gut und dauerhaft aufgeführten Bauwerken ersparen! Ist nun vollends der Entrepreneur ein im Bauwesen nicht Geübter, so verdirbt er das Bauwerk selbst mit dem besten Willen und der Staat muſs dessen Unwissenheit bezahlen, wenn auch gleich auf des Entrepreneurs Kosten mit der Anlage einige Veränderungen gemacht werden. Denn ein verpfuschtes öffentliches Gebäude ist und bleibt ein Schandfleck für jede Regierung. Verliert der Entrepreneur aber endlich bey seiner Unternehmung, so supplicirt er wohl um Zulage, wenn er gleich bey andern Entreprisen den unverdienten hohen Gewinnst gehabt hat. Es ist aber bey einer guten Staatsverwaltung ein Grundsatz, daſs Pächter und Entrepreneurs sich weder schnell bereichern, noch ihr Vermögen zusetzen, sondern einen mäſsigen Vortheil geniessen sollen.

§. 54. Zur Ersparniſs beym Bauwesen aller Art trägt insbesondere die Verwendung des Militairs wesentlich bey und ich habe daher bereits im 2. Bande S. 49. Gelegenheit genommen, das Beyspiel der Römer, welches sie uns selbst zu den Zeiten, als sie die Welt beherrschten, gegeben haben, anzuführen. Sie fanden es für siegreiche Krieger ehrenvoll, groſse und nützliche Bauwerke — die schönsten und bleibendsten Monumente, die wir noch jetzt bewundern, von Soldaten aufführen zu lassen, ja es scheint fast, als wenn diese in solchen Werken einen vorzüglichen Ruhm gesucht hätten. Und warum sollten sie dies auch nicht? Sind dieselben nicht für die Nachwelt von groſsem Nutzen?

Die Verwendung des Militairs zu öffentlichen Bauwerken ist in den jetzigen Zeiten, worin der Ackerbau und die Gewerbe dergestalt zugenommen haben, und so groſse stehende Heere gehalten werden, eine Nothwendigkeit geworden. Es fehlt nehmlich bey den öffentlichen Bauanlagen, — wobey überdies die Ar-

beiter aus ganz unrecht verstandener Oeconomie öfters schlecht bezahlt werden — an Arbeitern. Mehrere der ersten Mächte Europens haben daher auch in den letzten zwo Jahren das Militair zum Strafsen- und Brückenbaue verwendet, wozu der Staat, dem ich die Ehre habe zu dienen, gezählt werden mufs und zwar nicht mit geringem Vortheile, weil ohne dasselbe die Arbeiter gar nicht hätten herbeygeschafft werden können.

Die Anlagen, welche einige Militairkorps in der Oestreichischen Monarchie in dieser Zeit gemacht haben, sind auch musterhaft ausgefallen. Von diesen sey es mir erlaubt, lediglich die neue Strafse von Oberloitsch bis hinter Loitsch im Herzogthum Krain und die neue Strafse längs des Gonowitzer Berges im Herzogthum Steyermark zu erwähnen, welche Arbeiten vortrefflich ausgeführt sind.

Endlich entsteht aus der Verwendung des Militairs zu den öffentlichen Arbeiten auch der Vortheil, dafs die Preise des Tagelohnes im Lande von den Civilarbeitern nicht zu hoch gesteigert werden können, wodurch also nicht nur der Baufond, sondern alle diejenigen, welche eine Arbeit verrichten lassen, folglich die Grundeigner, gewinnen.

Also mufs so viel thunlich, das Militair zum Bauwesen aller Art verwendet werden, woraus auch noch der Vortheil entsteht, dafs die Militaircasse bedeutende Ersparungen macht, weil die Soldaten während solcher Arbeiten aus den Fonds die zur Bestreitung der Kosten dienen, dergestalt bezahlt werden, dafs noch immer für dieselben einige Ersparnifs herauskömmt; vorausgesetzt, dafs die Offiziere ihre Mannschaft so zum Fleifse anhalten, wie es eigentlich seyn sollte. Auch haben einige Werke, als z. B. Strassen und Canäle mit den Verschanzungsarbeiten vieles gemein. Manche Offiziere sowohl als Gemeine werden daher in den Feldzügen weit nützlichere Dienste leisten, als wenn sie dieselben nicht verrichtet hätten. Denn es trifft sich gar oft, dafs ein Corps genöthigt wird, in kurzer Zeit für eine Armee die unwegsamsten Strafsen, in solche, die für die Transportation des Geschützes be-

quem sind, einzuwandeln, oder Dämme und Trancheen aufzuwerfen. Hat nun dasselbe während des Friedens, Chausseen und Dämme gebaut, so wird es ihm ein leichtes seyn, die Absicht des Feldherrn auszuführen.

Zu der Unterhaltung von Bauwerken wird das Militair aber keineswegs mit gleichem Vortheile als zur Erbauung neuer Werke gebraucht werden können, weil man ihm dabey nicht die einzelnen Arbeiten im Verdinge, nach der Cubikklafter u. s. w. geben kann. Dabey wird also die Aufsicht der Offiziere, welche ihren Bemühungen angemessene Zulagen erhalten, doppelt wirksam seyn müssen, wenn die Absicht erreicht werden soll. Aus den oben aufgestellten Betrachtungen und dem Nutzen, den solche Werke für den Staat hervorbringen, folgt demnach: dafs die bey einem solchen Bau kommandirenden Offiziere sich durch gute Leitung und Aufsicht um den Staat verdient machen, und die Belobung, welche sie deswegen von dem Kriegsminister oder dem commandirenden Feldmarschall erhalten, als eine Belohnung ansehen werden. Wer aber für solche Aufmunterung keinen Sinn hat, dem fehlt es am reinen Patriotismus!

Wiewohl der aus der Verwendung des Militairs zum Bauwesen, und insonderheit zum Strafsenbau, entspringende Vortheil nicht geläugnet werden kann, so hängt derselbe doch für den Baufond gröfstentheils von der Methode ab, nach welcher die Militairarbeiter angestellt und unter Aufsicht gehalten werden. Sie müssen nämlich nicht in zu klein zerstreuten Trupps arbeiten, zweytens mufs ihnen die Arbeit so viel als möglich in Accord gegeben werden. Ueberhaupt wird der Bau sehr befördert, wenn er Compagnien- und Bataillions-Weise betrieben wird. Indem das Militair zum Strafsen- Flufs- und Brückenbau; kurz fast zu allen Abtheilungen des Bauwesens verwendet wird, erhält dasselbe auch in Friedenszeiten eine ihm würdige Beschäftigung, die den Bürger nöthigt, dessen Werth, welcher aus der steten Bemühung für die Sicherheit und das Beste des Ganzen hervorgeht, anzuerkennen. Hierzu kömmt endlich noch, dafs dergleichen

Arbeiten, nach dem Urtheil der berühmtesten Tacktiker, den Soldaten zur Gewandheit, Mäfsigkeit und Strapazen gewöhnen folglich unmittelbar das Beste der Armee befördern.

Ungeachtet aller dieser aus der Verwendung des Militairs entspringenden Vortheile giebt es dennoch Einige, die dagegen sind. Ich will und kann ihre Beweggründe nicht enthüllen, so viel ist aber gewifs, dafs ein Bauführer, welcher sich ohne hinreichende und überzeugende Gründe gegen die Verwendung des Militairs erklären würde, den Verdacht auf sich ziehen müfste, als wollte er nur deswegen nicht vom Militair arbeiten lassen, weil da die Mannschaft richtig gezählt ist.

Uebrigens könnte die Verwendung des Militairs auch wohl mit den militärischen Uebungen vereinbart werden (wenn es erfahrne Militaire für nothwendig erachten), weil bey der Mann schaft stets Offiziere commandirt sind, und es ist daher leicht die Einrichtung zu treffen, die commandirte Mannschaft monatlich zwey oder drey Tage im Exerciren zu üben.

VIERTER ABSCHNITT.

VON DER ART UND WEISE, NACH WELCHER ERDDEICHE ZWECKMÄSSIG AUFGEFÜHRT WERDEN.

§. 55. Dieser für den Deichbau sehr wichtige Gegenstand ist meines Wissens zuerst in der Ueb. (2te Aufl.) von mir abgehandelt worden, und ich werde denselben hier noch weiter ausführen, deswegen auch einige von mir in der Praxis gesammelte Erfahrungen aufnehmen.

§. 56. Die Aufführung eines Erddeiches geschieht nehmlich auf folgende Weise: 1°. wird (nachdem die Deichlinie und das Profil des Deiches bestimmt und alles zur Aufführung in Bereitschaft ist) auf dem Local der Deichfufs in *a* und *e* Fig. 62. Tab. 84, alle 10 bis 15 Ruthen (in Beziehung auf ein genaues Nivellement

des Mayfelds und der Queerprofile des Deiches) mit vier bis sechs Schuh langen Pfählen und zwey kleinen Marquirgraben, die auch mit einem Pflug oder Hacken gemacht werden mögen, abgesteckt. Je nachdem die Lage des Deichstaals *ae* oder des Mayfeldes steigt oder fällt, werden also die Puncte *a* und *e* sich einander nähern oder sich gegenseitig entfernen: denn die Höhe des Deiches und die Böschungen sind bekannt.

2°. Ist der Deichfuſs abgesteckt oder bezeichnet, so wird die erste Erdlage *ab* 23 *de* aufgefahren, oder mit Schaufeln aufgeworfen, je nachdem es das Local erheischt. Eine solche Lage kann 1 bis 1 ½, höchstens zwey Schuh dick seyn.

3°. Nach Vollendung dieser Lage wird darauf des Deiches horizontaler Queerschnitt von 2 bis 3 abgesteckt und zwar alle 10 bis 15 Ruthen oder öfterer, je nachdem die Oberfläche des Mayfeldes abwechselnd hoch und niedrig liegt.

4°. Jetzt läſst man den nebenbey zu viel aufgefahrenen Grund *ab* und *de* auf die Lage werfen, jedoch so, daſs noch immer über der wahren Böschungslinie eine ¼ Fuſs starke Erdlage liegen bleibe. Beydes geschieht aber, um den Deichkörper selbst, vermittelst des Fahrens, die gröstmöglichste Festigkeit zu geben, ferner damit die Erde der Böschungen beym Planiren von oben nach unten zu herunter gezogen werde, um die Böschung selbst fester zu erhalten. Daſs aber des Deiches Profile nicht mit Latten und Pfählen abgesteckt werden dürfen, dessen wird sich derjenige, welcher selbst Arbeiten zusieht, bald überzeugen: denn dergleichen Latten und Pfähle bleiben nicht stehen, sondern werden täglich, ja stündlich umgefahren. Wird der Deich lediglich mittelst Schubkarrn aufgeführt, so läſst sich dergleichen Ausfüllung und Auslattung, welche gleich die Böschungen angiebt, noch wohl eher in Ausübung bringen, als wenn man ihn mit Wagen aufführt.

5°. Auf diese gezeigte Art wird fortgefahren, die Erdlagen aufzufahren und die lockere Erdstücke, welche ausserhalb der Dossirung fallen, über die letzte Lage zu verbreiten, wie in N^ro. 4. gezeigt ist.

6°· Läſst man die Lagen mit Pferde-Sturzkarrn auffahren, so ist es nicht ausführbar, solche in einer mit dem Horizont geneigten Richtung auffahren zu lassen, wie ein bekannter Schriftsteller vorgeschlagen hat; denn die Karrn würden leicht umstürzen. Auch darf man nicht befürchten, daſs die Lagen isolirt liegen, weil man die oberste Lage, wenn sie *sehr fest zusammengefahren* ist, wieder aufhacken läſst, um die nächstfolgende darauf zu schütten und eine gute Verbindung der Erdmasse zu bewirken.

7°· Diese Vorsicht ist jedoch nur bey ganz fetter Schlickerde nöthig, die sich fest zusammen giebt. Garten- oder Bauerde wird während des Fahrens nie so fest, daſs sich nicht zwey Erdlagen miteinander verbinden sollten.

8°· Ueber jede Wurflage, d. i. solche Lage, die mit Hohlschaufeln aufgeworfen wirk, sollte eine Lage mit Wagen oder Sturzkarrn gefahren werden, um die Compression der Erde, d. i. die Festigkeit des Deiches, zu vermehren.

9°· Da es aus der Erfahrung, die ich unten aufstellen werde, bekannt ist, daſs die Deicherde nicht weiter als auf eine Entfernung von dreyſsig Ruthen mit Schubkarrn, weiterhin aber mit Wagen oder Sturzkarrn angefahren werden muſs und die obere Lage der geringen Breite wegen nicht mit dem letztern Fuhrwerk aufgefahren werden kann, sondern nur mit Schubkarrn: so sollte man zu diesem obern Theil die nahe liegende und wo möglich auch die beste Deicherde aufbewahren, insonderheit, wenn die Krone schmal ist.

10°· Im Fall keine gute Deicherde, die man wo möglich immer vor dem Deiche nehmen muſs, damit die Deichgruben wieder zuschlicken, zum gesammten Deich vorhanden ist, so muſs die schlechteste zum innern Deichkörper, die beste aber zur Wasserseite des Deiches benützt werden: denn die vordere Böschung muſs dem Angriff der Wellen, und des Eisstromes, so wie auch dem Durchdringen des Wassers widerstehen.

11°. Zum innern der Deiche kann man sich auch des Sandes, der Rasen, und des Kieses bedienen (*), wenn die Oberfläche der Krone, im Fall sie nicht zum Wege dient, nur mit guter Deicherde bedeckt ist, und der vordere Theil oder die äufsere Böschung auf eine solche Dicke aus guter Erde besteht, dafs das Wasser durch denselben nicht dringen kann. Bey Sommer- oder Ueberlafsdeichen mufs aber auch die innere Böschung aus recht guter Deicherde bestehen, damit das überlaufende Wasser keine Einrisse und Abschählungen verursache. Deiche aber, die man während des hohen Stands der Ströme durchgraben mufs, um gewisse Bezirke mit dem fetten Flufswasser zu bedecken, oder die in das Land getretene Ueberschwemmung in kurzer Zeit abzulassen, solche mögen an der Durchstichsstelle gröstentheils aus Sand bestehn, welcher — durchgegraben — gleich fortreifst, und dem Wasser eine Oefnung darbiedet. Solche Deichstellen müssen sich über die tiefste Lage des Erdreichs oder Mayfelds befinden. Damit sie dem Wasser widerstehen, macht man nur den innern Körper von Sand und bedeckt denselben gegen Flufs oder gegen die See mit einer 2 Schuh dicken Lage von guter Erde oder Klay und auf der Oberfläche so wie auf der innern Böschung mit einer solchen einen Schuh starken Decke.

12°. Damit nun in den aufgefahrnen Lagen keine Hohlungen entstehen und um die Festigkeit des Deiches zu befördern, müssen *a.*) die Geleise, welche die Sturzkarren machen, immer zugehackt werden; *b.*) In jeglicher Lage mufs man die Deicherde so auffahren lassen, dafs sie gleichförmig zusammengedrückt werde, also die gröstmöglichste Compression entstehe: Mithin müssen auch die vollen Karrn, wenn eine Erdlage die Hälfte

(*) Eine Kieswand ist auch wegen des Durchbohren der Maulwürfe, als welchen der Kies zu scharf ist, sehr gut; dies gilt gleichfalls vom Mauerschutt und kleinem Ziegelgraus, dessen man sich zu solchen Ausfüllungen bedienen kann.

ihrer Höhe erreicht hat, den entgegengesetzten Weg einhalten, d. i. auf die anfängliche Abfahrt auffahren.

Bey jeder halben Lage müssen die Karrn aber stets eine und dieselbe Auffahrt und Abfahrt gebrauchen, um keine Störung beym Fahren zu veranlassen. Zu den Schubkarrn müssen bey nassem Wetter Bohlen gelegt werden, um darauf zu fahren. Und wenn die Erde sehr klayartig d. i. klebrig ist, so bedienen sich die Arbeiter der Klaysporn, d. s. mit zwey Zacken versehene Eisen, die unter den Schuhen gebunden werden.

13°. Ist nun der Deich bis auf die im Besteck bestimmte Höhe aufgefahren, so ebnet man dessen Krone der gegebenen Breite gemäfs und stampft sie soviel als thunlich ist, weil sie nicht zusammengefahren werden kann. Aufser der Krone wird aber am ganzen Deiche nichts gestampft; denn er wird ja fest zusammengefahren, wodurch eine weit gröfsere Compresfion als durch das Stampfen entsteht, welches überdies sehr kostbar und bey grofsen Arbeiten gar nicht anwendbar ist. Zur Ebenung der Krone kann man sich auch der Walze bedienen.

14°. Nachdem die Krone verfertigt ist, müssen die Böschungen planirt werden. Das Planiren wird nun auf folgende Art zum genauesten und schnellsten bewerkstelligt. *a*) Alle zehn Ruthen macht man von der Krone nach dem Deichfufs, auf die Böschungen, mit einer Hacke, solche Marquirfurchen, deren Sohle die Böschung angiebt. Diese zu bestimmen, kann man sich des in Holland und auch an der Elbe im Gebrauch seyenden Böschungsmessers, wie ich letzteres aus Kirchmanns Wörterbuch S. 316. ersehn, wo er es Dossirungswage nennt, bedienen. An andern Flufsgegenden nennt man dies Instrument auch Dossirbrett (Benzler's Lexicon S. 121.) Auf einer solchen Schrottwage (Fig. 64. Tab. 84.) sind nun die verschiedenen Böschungs-Linien *c* 1. *c*. 1 $\frac{1}{2}$ u. s. w. gezogen. Man setzt also dieselbe nur auf ein in die anfänglich nach dem Augenmafs aufgehackte Marquirfurche und läfst ein in *c* befestigtes Bleyloth in die verlangte Böschungslinie einspielen, um genau zu sehn, ob die Furche

die verlangte Böschung zu 1 oder $1\frac{1}{2}$ Schuh u. s. w. formirt. So lange sie diese noch nicht bildet, muſs sie hier abgeebnet, vertieſt, oder dort erhöhet werden.

Diese Methode ist in der That so einfach, daſs sie von jedem darin nur etwas geübten gemeinen Arbeiter in Ausübung gebracht werden kann.

§. 57. Die Construction eines solchen Böschungsmessers beruhet auf Folgendem:

Man gedenke sich auf dem Böschungskeil *abc* (Fig. 63. Tab 84.) eines Deiches d. i. auf die Böschung *ac* eine Schrottwage *xyi*, so wird das vertical spielende Senkbley, welches anfänglich als die Schrottwage horizontal stand, in *ir* spielte, nunmehr in *io* einspielen, weil diese Linie parallel mit der vertical Linie *ab* ist. Wird nun *ow* mit *bc* parallel gezogen, so entstehen drey ähnliche Dreyecke *owr*, *iwo* und *ori*: denn es ist der Winkel $row = cba$, (oder rechte Winkel) mithin $\triangle orw \backsim \triangle bac$. Es ist ferner $iro = 90^0 = abc$, also ist $\triangle abc \backsim \triangle iro$, mithin der Winkel $roi = abc$. Es ist also in beyden $\triangle\triangle$ $bc : ab = ir : ro$. Setzt man also die Basis *bc* nach und nach $\frac{1}{2}$, 1. $1\frac{1}{2}$. 2. $2\frac{1}{2}$. 3. $3\frac{1}{2}$. 4. Schuhe u. s. w.; die Höhe *ab* aber nur immer einen Schuh, und es habe die Höhe der Schrottwage *ri* sechs Zoll, so wird $ro = 6$ Zoll seyn, wenn die Böschung einschuhig ist. Auf der Basis der Schrottwage wird also von *b* nach *d* Fig. 64. abgesteckt werden müssen und zwar in Gemäſsheit der oben stehenden Proportion; 12; 6; 4; 3; $2\frac{4}{10}$; 2; $1\frac{7}{10}$; $1\frac{5}{10}$; Zoll. (*)

§. 58. Bey dem Planiren kommt es auch noch auf das Werkzeug an, dessen man sich dazu bedient. Es muſs (nach der Erfahrung) um gehörig in die Erde einzudringen, eine sogenannte Rotthacke (Fig. 71. Tab. 84.) deren sich der Landmann zur Ausrottung der Wurzeln und Stubben bedient, seyn. Das Blatt

(*) Die in der Ueb. 2te Aufl. S. 262 vorgefallenen Druckfehler müssen hiernach corrigirt werden.

einer solchen Rotthacke mufs nur anders gestellt werden, als es gewöhnlich steht. Die Schwere dieses Werkzeuges mufs 5 bis 7 Pfund betragen. Dessen Blatt mufs vorne gerade und scharf seyn, um mit demselben die Erde abzuschaben. Damit dies Werkzeug aber in die schräge Böschung nicht zu tief eindringe und nur gleichsam abgleitend die vor der Böschung von oben nach unten herabzuziehende Erdkruste abschabe, mufs dessen Schneide oder Blatt mit dem Stiele nicht einen rechten, sondern einen spitzen Winkel bilden, der kleiner seyn mufs, je nachdem die Böschung steil ist.

Wenn die Böschung 1 $\frac{1}{2}$ bis vierschuhig ist, so mag der Winkel 70 bis 80 Grad betragen. Das Blatt mufs auch etwas von Z nach *l* gebogen seyn, um mehr Erde zu fassen. Nach der Erfahrung wird man dessen Länge 10 Zoll machen, dem Stiel der Hacke aber eine Länge von 3 $\frac{1}{2}$ Schuh geben können. Damit die Oehse Z*v* des Blattes nicht von dem hölzernen Stiel *rb* gleite, so wird er an sie mittelst zweyer eisernen Bände *wz* und *xy*, um welche noch zwey eiserne Ringe *r* und *s* angezogen sind, an den Stiel befestigt.

Es ist schon bemerkt worden, dafs man von oben nach unten zu die Erde herunterziehn, d. i. planiren müsse, und das geschieht, um die Arbeit zu befördern und die Böschung fest und regelmäfsig zu machen. Uebrigens mufs die Planirung nur stückweise vorgenommen werden, etwa auf 10 Ruthen Entfernung d. i. zwischen zwey Marquirfurchen, um die herunter gezogene Erde wieder zum nächsten Deichstücke zu gebrauchen. Auch darf der Planirer mit einem Mahle nicht zu tief einhacken, sondern er mufs die Erde nur gleichsam abschaben, um eine regelmäfsige und feste Böschung zu formiren. Bey nasser und sehr trockner Witterung lasse man nicht planiren, weil sich bey der erstern die Erde an die Hacke hängt, und bey dieser die Hacke in die Erde, welche zu hart ist, nicht gut eindringt. Mit dieser Hacke kann ein Arbeiter, wenn die Erde nicht zu hart ist und der Deich beyläufig nach dem Besteck, wie S. 49 angegeben wur-

de, aufgeführt ist, in 10 Arbeitsstunden, vier Quadratruthen planiren.

§. 59. Mufs über die Krone des Deiches eine stark befahrne Landstrafse gehn, so ist es sehr zweckmäfsig, wenn man dieselbe, etwas breiter als die Wagenräder gehn, d. i. etwa auf 18 bis 20 Schuh breit, zwey bis drey Schuh tief aus Mauerschutt, oder zerbrochenen Ziegelsteinen, oder auch von Bruchsteinen und Kiesel macht, oder sie gar mit harten Steinen pflastert (*). In Holland hat man das Erstere sehr häufig gethan; ja sogar, bey einigen Deichen, die Oberfläche der Krone mit einem Pflaster-Klinker oder Ziegel, welche auf die hohe Kante gesetzt sind, gedeckt. An andern Deichen ist die Krone mit Muscheln, einen Schuh hoch, überschüttet. Wo aber alle diese Materialien und weder Bruch- noch Muschelkalksteine zu haben sind, auch die zu solchen Vorkehrungen erforderlichen Kosten nicht aufgewendet werden können, da mufs man doch stets vor dem Eintritt des hohen Wassers alle Wagengeleise zuhacken und die Krone einen oder zwey Schuh höher, als die Hydrotechnik es verlangt, legen lassen, weil selbst die kleinsten Geleise — beym hohen Wasser — grofse Nachtheile hervorbringen können, wie schon oft die Erfahrung gelehrt hat.

Aber nicht allein die befahrnen und nicht chaussirten Deichstellen, sondern auch die Deichfahrten, d. s. diejenigen Stellen, wo Wege oder Triften über die Deiche gehn, müssen höher als der Deich, und nicht steil seyn. Sie sollten von denen Gemeinden, in deren Gemarkung sie liegen, angelegt und unterhalten werden, weil der Gemeinde die Unterhaltung aller Wege obliegt. Von gemeinen Fufssteigen gilt ein Gleiches und privat Fufssteige über Deiche dürfen nur im höchsten Nothfall geduldet werden, ja es sollten solche nie in den Deich eingeschnitten

(*) Wer übrigens von der Anlage der Strafsen auf Dämmen einen Unterricht verlangt, der wird ihn in meiner praktischen Anleitung zum Strafsenbau finden.

werden. Der Privatmann mag sich zu diesem Behufe an dem Deiche eine Treppe legen, die er bey hohen Wasserständen wegnimmt, oder es mögen steinerne Treppen auf die Deichsböschungen selbst angelegt werden.

§. 60. Ein wesentlicher Umstand bey allen Erddeichen ist nun die Compression der Erde im Deichkörper, so wie auch die Schwindung. Die erstere mufs man insbesondere zur Berechnung der zur Aufführung eines Deiches erforderlichen Erde kennen. Sie hängt eines Theils von der Erdart, womit der Deich aufgeführt wird, ab; denn je feiner ihre Körner sind, desto mehr wird sie komprimirt; andern Theils von der Last, welche während des Baues über die einzelnen Lagen hinführt. In diesem Betracht ist es nicht rathsam, die Lagen dicker als 1 $\frac{1}{2}$ Schuh zu machen, welches besonders von denjenigen gilt, welche mit Schubkarrn aufgefahren werden. Endlich ist sie auch von der Witterung abhängig, indem sie bey etwas feuchter stärker als bey trockner ist; zum geringsten ist sie aber, wenn die Erdlagen gänzlich durchnäfst sind, wo die Erde von den darin enthaltenen Wasser ausgedehnt wird.

§. 61. Die Beobachtungen, welche man also über die Compression anstellt, müssen nun aus einem Vergleich der lockeren mit der comprimirten Erde und zwar nach dem körperlichen Inhalte und nicht nach der Schwere eines Cubikschuhes Erde angestellt werden, weil in einem während nasser Witterung aufgeführten Deiche der Cubikschuh Erde mehr wiegen mufs als in einem bey trockner Jahrszeit aufgeführten. Will man also die Festigkeit der Deiche durch Aufgiefsen des Wassers, während der Arbeit vermehren, so mufs sich dessen nur in geringer Quantität bedient werden, nehmlich blofs bey trockner Witterung weil die Erde bey nasser ohnehin angefeuchtet ist. Ueberdies aber darf man nie darauf rechnen, dafs die neuen Deiche in der Oberfläche im Frühling noch eben so fest seyn werden, als sie es im Herbste waren: denn der Frost löfst der Erfahrung nach die im Deiche befindliche Feuchtigkeit so weit auf,

als er in den Deich eingedrungen ist, weshalb dieser Theil locker wird, sobald der Frost von der Frühlings Sonne aus dem Deiche gezogen ist. Es ist daher eine, mittelst *starker Anſeuchtung* der Deicherde bewirkte Festigkeit nur scheinbar.

§. 62. Was die Schwindung oder das Nachsinken, wenn der Deich mittelst Pferde-Sturzkarrn aufgeführt wird, anbetrift, so ist dieselbe nicht so groſs als Einige glauben. Nach Verlauf von zwey Jahren habe ich sie im Durchschnitt nie gröſser als $\frac{1}{40}$ der Deicheshöhe gefunden.

Aber die Compression der lockern oder aufgegrabnen Erde ist groſs und man darf also, um die Gröſse der *Deichgruben* d. i. des Bezirks, woraus die Erde genommen wird, zu bestimmen, — nur eine hinreichende Anzahl von Beobachtungen über das Verhältniſs des natürlichen in der Deichgrube liegenden Bodens zu dem lockern daraus aufgeworfenen Erdreich gemacht haben. Nach Festsetzung der Tiefe, bis zu welcher die Erde ausgegraben werden darf, kann man daher die Gröſse der Deichgrube — in Beziehung auf den Inhalt des Deichkörpers, bestimmen. In diesem Betracht habe ich bey den groſsen Deicharbeiten, die unter meiner Direction gemacht worden sind, genaue Beobachtungen anstellen lassen. Die Resultate davon sind folgende:

Beym Rheinschlick oder solcher Erde, woraus das feste Vorland längs Flüssen besteht, war die Compression	mit Schubkarren aufgefahren.	0,333 oder $\frac{1}{3}$	Weil 1500 C. F. lockere Erde 1000 C. F. Deichkörper geben, oder jene sich zu diesem verhält wie 1,5 : 1	So ist die Festigkeit eines mit Wagen aufgefahrenen Deiches $\frac{1}{15}$ gröſser als die Festigkeit eines mit Schubkarren aufgefahrnen Deiches.
	mit Wagen aufgefahren.	0,400 oder $\frac{2}{5}$	Weil 1666 C. F. lockere Erde 1000 C. F. Deichkörper geben.	

Ein mit Wagen oder Pferdesturzkarrn aufgeführter Deich erfordert demnach $\frac{1}{6} = 0,166$ Theil mehr Deicherde, als ein mit Schubkarrn aufgeführter. Man sieht also, daſs man wenigstens eine Lage um die andere mit Wagen aufführen lassen sollte, um die so nöthige Compression d. i. die Festigkeit des Deiches

zu vermehren, also wo möglich keinen Deich mit Schubkarrn allein auffahren darf.

Da endlich 1000 Cubik-Fuſs fester Erde, wie sie im Vorlande liegt, im Mittel, das aus mehreren Versuchen gezogen ist, 1700 Cubik-Fuſs lockerer Erde geben, wie sie ausgegraben wird, um verfahren zu werden, so ist ihre natürliche Festigkeit 0,4117 oder $\frac{7}{17}$, und diese übertrift die Festigkeit eines mit Wagen aufgefahrnen Deiches um 0,0117 $= \frac{1}{85}$, die Festigkeit eines mit Karrn aufgefahrnen Deiches aber um 0,0784 oder $= \frac{4}{51}$. Man kann daher wohl behaupten, daſs ein von Schlickerde fest aufgefahrner Deich fast so lange schwinden wird, bis er die Festigkeit des natürlichen guten fruchtbaren Erdreichs, welches nicht geackert wurde, erreicht hat, denn die Nässe und Trockenheit werden seine Erdtheile immer näher und näher zusammenbringen.

§. 63. Aus dem berechneten Inhalte des Deiches, und dem Inhalte des ausgefahrnen Deichgrube, wenn sie in guten Wiesenbezirken gegraben ist, wird man also schon beyläufig schliessen können, ob der Deich gehörig komprimirt ist. Sodann wird man die Gröſse der Deichgrube als dem Deichkörper selbst gleich annehmen können, welches bey Anschlägen und der Bezahlung desjenigen Landes, welches zu den Deichgruben genommen werden muſs, eine nützliche Regel ist. Sie ist es um so mehr, da sie noch überdies, wie wir oben gesehen haben, immer einen Ueberschuſs an Erde gibt, welcher bey Verfertigung der Anschläge keine zu geringe und nur zu Täuschungen Anlaſs gebende Summe anzeigt.

§. 64. Was nun die Bestimmung der zweckmäſsigsten und mindest kostbarsten Methode zur Aufführung der Erddeiche in Rücksicht des Fuhrwesens betrift, so muſs man bey jedem Local den Taglohn für Menschen und Pferde kennen; sich nach der Art des üblichen Fuhrwerks richten, weil gewöhnlich die wohlfeilsten Fuhren dem Landmann selbst verdungen werden können. Besonders ist dies vortheilhaft wenn die Deichkasse nicht Pferde und Geschirr anschaft, welches nur bey sehr anhaltenden Arbeiten,

wenn lange Deiche in einem Bezirke aufgeführt werden und keine Natural - Conkurrenz eintritt, anzurathen ist. Wird z. B. für einen mit 2 Pferden bespannten Wagen täglich 5. fl.; für einen Arbeiter 30. xr. bezahlt, so kostet nach den unten beyzubringenden Erfahrungen der Cubikschuh Erde auf 20. Ruthen (per 12 Schuh die Ruthe) Entfernung mit Karrn 1,05 Heller, mit Wagen 1,06 Heller. Auf 30 Ruthen mit Karrn 1,35 Heller und mit Wagen 1,36 Heller.

§. 65. Unter den Fuhrwerken sind nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen diejenigen zweyrädrigen Wippkarrn, deren Mittelpunkt der Schwere, wenn sie beladen sind, in die Axe fällt, und die zugleich solche hohe Räder haben, dafs eine durch die Axe gezogene Horizontallinie die Brust - oder Zugmuskeln des Pferdes trift und deren Axe einen möglichst kleinen Durchmesser habe; die sich über dies auf die leichteste Art laden und entladen lassen. Hierzu sind nun die Perronetschen Wippkarrn Tab. 84. Fig. 1. 2. 3 und 4. am zweckmäfsigsten, *a.*) weil ein Pferd oder auch ein Ochse 7 Cubikfufs Erde ziehen kann, selbst auf schlechtem Wege, *b.*) das Abladen in 20 Secunden geschieht, indem man nur den Nagel, der den Wippkasten hält, auszieht und den Kasten umstürzt; *c.*) auf ebenem Wege zwey bis drey solcher Wippkarrn hinter einander angehängt werden, welches bey Aufführung von Dammwegen zwischen zwey Anhöhen sehr vortheilhaft ist. Die Räder eines solchen Wippkarrns sollten wenigstens fünf Schuh hoch seyn, und drey Zoll breite Felgen, aber nur eine $1\frac{1}{2}$ Zoll dicke eiserne Axe, und einen leichten etwa von Weiden geflochtenen Kasten haben. Perronet gab solchen Kästen eine prismatische Form. Der vorne angebrachte eiserne Festhalter Fig. 1. wird aus dem am Kasten befestigten Oehr gehoben, wenn sich der Kasten um die Axe drehen und ausleeren soll. Was die weitere Erklärung dieser Kästen - oder Wippkarrn, deren man mehrere hintereinander bey *a* und *b* (Fig. 2.) hängen kann — betrift, so ist sie durch die citirten Zeichnungen überflüfsig deutlich gemacht. Gut wäre es, wenn man sie zu 10 Cubikfufs vergrös-

serte, weil diese Last von einem starken Pferde oder zwey schwachen gezogen werden kann. (*).

Die Resultate von Perronets Beobachtungen über diese Wippkarrn, die in seinen Oeuvres pag. 60. (fol. Ausgabe) stehen, sind folgende:

Es wurde ein Wippkarrn 7 Cubik-Fuſs enthaltend von einem Pferde gezogen.				
Anzahl der Beobachtungen.	Mittlere Entfernung in französ. Schuhen.	Anzahl der Fuhren in einem Tage.	Quantität der losen Erde in Cubik-Schuhen.	Steigen des Weges in Zoll auf die Toise.
1	516	61	427	3-4
2	942	40	280	2-3
3	1290	38	266	0
4	1500	34	238	0
5	1710	29	203	0
6	1980	24	168	3-4
7	2820	20	140	3-4

Es wurden zwey Wippkarren (hintereinander gelegt) von einem Pferde gezogen.				
Anzahl der Beobachtungen.	Mittlere Entfernung in französ. Schuhen.	Anzahl der Fuhren in einem Tage.	Quantität der losen Erde in Cubik-Schuhen.	Steigen des Weges in Zoll auf die Toise.
1	810	43	602	4
Es werden drey Kasten hintereinander gelegt und von einem Pferde gezogen.				
1	408	66	1328	0
2	900	44	924	0

Wenn man also drey Wippkarrn hintereinander legt, so kann die Deicherde zum wohlfeilsten angefahren werden. Es darf jedoch die Auffahrt nicht sehr schräge seyn und die Fuhrleute müssen schon einige Uebung erlangt haben, ehe das Fuhrwesen ohne Stocken gut geht. Zu der Anfahrung von Erde und Kieſs bedient man sich in Nieder-Oestreich eigener Kästenwägen, die man *Truhen* nennt. Ein solcher Wagen Tab. 84. Fig.

(*) Man kann nämlich diese Wippkarrn auch mit einer Deichsel versehn und sie also für zwey Pferde einrichten. Die Deichsel muſs alsdann nur von dem Pferde mit einer Trage in einer fast horizontalen Lage gehalten werden. Wird die Wippkarre denn noch kleiner etwa zu 4 Kubikschuh eingerichtet und mit einer Deichsel versehn, so kann man sie von Menschen ziehn lassen. Die Räder erhalten dann eine Höhe von drey Schuh. In meiner bey Degen in Wien 1804. herausgekommenen praktischen Anleitung zum Straſsenbau sind sie auf Tab. III. gezeichnet.

5. 6. 7. und 8. ist vierrädrig, in dessen Mitte der viereckigte Kasten *v* auf den zwo Bäumen *n* und *m* liegt. Am Boden des Kastens sind nach der Länge des Wagens zwey Hölzer *ss* angebracht, in welchen vier Stützen *x* zur Haltung der vordern und hintern Wand eingezapft sind. Wenn der Wagen schief geht, so verhindern die Hölzer *ss* das Abgleiten des Kastens. Damit der Kasten entladen werden könne, sind die zwo Seitenwände *v* zum herausnehmen eingerichtet und zwischen den Leisten *ww* und den Nägeln *mm* eingesetzt. Der Kasten selbst faſst 8,16 bis 32 Cubikfuſs. Der Wagen von mittlerer Gröſse wiegt 7 bis 8 und die gröſsten 9 bis 10 Centner. Die Ladung wird mit Schaufeln bewerkstelligt und 16 Cubikfuſs laden zwey Menschen in 9 Minuten, vier Mann aber in 4 Minuten. Das Abladen wird folgender Maſsen bewirkt: Man zieht die vier Nägel *m* der einen Seitenwand heraus, nimmt dann diese Wand selbst weg und zieht das Material mit einer Hacke zum Theil aus dem Kasten heraus. Hat man nun so viel Material, als thunlich ist, herausgenommen, so wird der Kasten von zwey Menschen mit der Achsel gehoben und zwar der geleerte Theil; alsdann fällt die Erde vollends aus dem Kasten, als wozu etwa 2 bis 3 Minuten Zeit nöthig ist. Man sieht es sogleich, daſs diese Wagen sehr schwer sind und weder bey Erd- noch Kieſs-Anfahrungen vortheilhaft seyn können; ja daſs sie nur dem Landmann deswegen bequem sind, weil derselbe auf die Bäume *nn* schwere Steine laden kann, wenn er den Kasten abnimmt. Folglich kann er den Wagen zu mehrerley gebrauchen. Ihm gilt es übrigens gleich, wie viel er mit zwey Pferden an Material laden kann, weil er danach die Bezahlung einrichtet. Die Baukundigen sollten daher den Bedacht nehmen, ein solches schwere und verschwenderische Fuhrwerk nicht zu gebrauchen, sondern leichte Wippkarrn einführen.

Auſser diesen beschriebenen Wagen und Karrn wird man sich auch der ordinairen Wippkarrn, wie sie allgemein bekannt sind, mit Vortheil bedienen können, besonders wenn sie von Ochsen gezogen werden und man kann sie bis zu 10 Cubikschuh

vergrößsern. Sie können auch ganz leicht etwa zu 50 Pfund schwer für Menschen eingerichtet werden, und ein Mann, der in den gewöhnlichen Schubkarrn nur einen Cubikschuh drücken kann, zieht dann ganz bequem vier Cubikschuh. Bey diesem Fuhrwerke ist man aber genöthigt, die Deichfahrten mit Brettern, worauf der Queere nach Leisten kommen, zum sichern treten zu belegen; denn sonst könnte ein Mann nicht 4 Cubikschuh Erde, die doch 315 Pfund wiegen, auf ein bereits emporgestiegenes Deichstück ziehn. Da, wo der Boden sehr fest ist, oder wo man vom Ladeplatze bis zum Deiche Bretter legen kann, könnten die Felgen der Räder ausgehöhlt seyn und auf Leisten laufen, wenn nicht die Erde sich in die hohlen Felgen setzte, oder man könnte auch statt der Bretter eiserne Rinnen, nach der Art der eisernen Fabrikwege in England, legen.

§. 66. Was nun die ordinairen Schubkarrn betrift, so sind sie sehr nachtheilig. Ihre Räder haben kaum einen Schuh im Durchmesser, da er doch wenigstens zwanzig Zoll haben sollte, um die Kraft des Drückens zu vermehren. Auch laufen die Räder nur selten mit eisernen Zapfen, sondern haben hölzerne starke Zapfen, welche den Widerstand vermehren. Zu den beſsten Schubkarren kann man den Fig. *A* und *B* Tab. 84 zählen. Das Rad desselben hat 20 Zoll im Durchmesser und dreht sich um einen acht Linien starken eisernen Zapfen oder Axe. Der Kasten *afbc* besteht entweder, um ihn leicht zu machen aus haselnen Böttcher-Reifen oder aus dünnen buchenen Brettern, welche letztere auch die Seiten des Kastens ausmachen. Die Aufsetzstollen *e* und die Bäume *g* halten die Seitenwände zusammen; die Vorder- und Hinterwände *a* und *b* bestehn aus Bretter. Da die Last hier tiefer, als bey den gewöhnlichen Karren liegt, so ist der Schub leichter, wozu überdies die Höhe des Rades und die dünne Axe wesentlich beyträgt.

§. 67. Aber nicht nur mit Schub- und Wippkarrn wird die Erde beygefahren, sondern auch mit Wagen, Schiffen und Schlitten. Mit diesen vorzüglich über das Eis in Nothfällen,

oder wenn die Gegend oft vom Wasser bedeckt ist und die Erde im Sommer weder mit Schiffen, noch Wagen beyzufahren ist. Unter diesen Umständen führt man sie im Vorrath mit Schlitten, und zwar nahe an die Deichlinie. Zuweilen kann auch im Sommer mit Handschlitten über einen ganz nassen und glatten Schlickboden besser als mit Schubkarrn gefahren werden, welches ich am Dollart in Holland wahrzunehmen Gelegenheit hatte.

§. 68. Im Hessen-Darmstädtischen konnte man sich bey den beträchtlichen Deicharbeiten, die in den Jahren 1799, 1800 und 1801, unter meiner Direction bewerkstelligt worden sind, der entfernten Lage der Deiche untereinander und mehrerer Ursachen wegen nicht der Wippkarrn bedienen. Die Deiche mufsten also mit gewöhnlichen Bauer-Wagen, gewöhnlichen Kasten-Schubkarrn und mittelst Aufwerfen der Erde mit Schaufel-Schüppen aufgeführt werden. Aus den bey diesen Arbeiten angestellten anwendbarsten Beobachtungen sollen hier die allgemein nützlichen Resultate vorgetragen werden:

1°. Jeder mit zwey Pferden bespannter Wagen auf dem an den Rungen zwey Bretter, zwischen welchen die Erde geladen wurde, gesetzt waren, fafste im Durchschnitt 10 C. Schuh Erde (Rheinschlick) wovon der C. S. 78 bis 79 Pfund Nürnberger Gewicht wog.

2°. Da mehrere Versuche gezeigt hatten, dafs das Aufladen alsdann in der kürzesten Zeit und am wohlfeilsten geschehen könnte, wenn stets vier Arbeiter einen Wagen füllten — denn 5 und 6 Arbeiter hindern sich in der Arbeit: — so liefs man vier Lader, worunter der Fuhrmann gerechnet ist, zu jedem Wagen anstellen. Diese luden denselben in 65 Sekunden, mithin in 8 Arbeitstunden (den Tag über) 443 Wagen.

3°. Zum Abladen wurden zwey Mann, der Fuhrmann und ein Arbeiter, der zugleich die Erdhaufen auf dem Deiche auseinanderzog, angestellt. Diese konnten, indem sie das eine Seitenbrett des Wagens aufhoben, an die Rungen hingen, das zwey-

te nach sich zogen, und den Grund damit herunter drückten, endlich auch das untere Wagenbrett umwandten — den Grund abstürzen lassen und gebrauchten daher zum Leeren des Wagens nur 21,5 Sekunden.

4°· Da die Erde der Deichgrube, wenn sie aus ganz fester Erde besteht und etwa so fest wie die untere Lagen unseres Vorlandes und der Wiesen ist, aufgehackt werden mufs, ehe sie geladen werden kann: so mufs man auf zehn Wagen zwey Mann zu dieser Arbeit rechnen. Wo aber die Deichgrube locker ist, da können die Lader gleich die Erde mit scharfen hohlen Schaufeln ausstechen und in die Karrn oder den Wagen laden.

5°· Es ist leicht einzusehen, dafs der leere Wagen mit einer gröfsern Geschwindigkeit als der geladene gefahren werden kann. Da der letztere mit 3,06 Fufs (4 Fufs möchte die gröfste Geschwindigkeit seyn) jener aber mit 3,372 Fufs in der Sekunde fortgezogen wird: so könnten auf 30 rheinl. Ruthen Entfernung in 8 Arbeitsstunden gefahren werden 92,6 Wagen oder 926 Cubikschuh Erde; — die Lade- und Abladezeit mitgerechnet — auf 40 Ruthen 72,7 Wagen; auf 50 Ruthen 62,5 Wagen; auf 60 Ruthen 53,8 Wagen; auf 70 Ruthen 47,2 Wagen; und endlich auf 100 Ruthen Entfernung 34,5 Wagen. Auf eine weitere Entfernung wird die Erde nur äusserst selten angefahren werden; wie denn überhaupt darauf gesehen werden mufs, dafs die Deichgrube dem Deiche so nahe als möglich sey.

6°· Drey Arbeiter und der Fuhrmann konnten — je nach der Festigkeit des Bodens — auf 30 Ruthen Entfernung aufladen 4 bis 5 Wagen, bevor der Wagen wieder auf dem Ladeplatz oder der Deichgrube zurückgekehrt war; auf 40 Ruthen 4 bis 5 Wagen und so von zehn zu zehn Ruthen Entfernung weiter, je einen Wagen mehr. Auf diese Weise konnten also auf hundert Ruthen Entfernung 11 bis 12 Wagen von vier Mann stets gefüllt werden, wenn nehmlich die Einrichtung so getroffen wurde, dafs nicht nur beständig Wagen auf dem Ladeplatz, sondern auch auf dem Wege nach und von dem Deiche

standen. Die Anzahl der Wagen muſs also auf eine gewisse Anzahl von Arbeitern und der Entfernung bestimmt seyn. Stellt man aber zu wenige Lader an, so müssen die Wagen warten und es geht viel Zeit vergeblich verlohren. Das sollte aber nicht seyn, sondern alle bezahlten Kräfte müssen stets, so viel es die nothwendigen Hindernisse erlauben, gebraucht werden. So kann z. B. wenn 4 Arbeiter laden, in 8 Stunden mittelst eines Wagens auf den Deich mehr Erde gebracht werden, als wenn einer ladet, und zwar 34,6 Cubikfuſs, als zwey 10,4, und alle drey 6,6 Cubikfuſs nehmlich auf 150 Ruthen Entfernung.

§. 69. Was die Schubharrn betrift, so faſste jeder ein Cubikschuh Erde und wog leer 56 Pfund. Begreiflich ist es: daſs eine gröſsere Zahl von Karrn als Drücker genommen werden müsse, damit jeder Drücker, sobald er beym Ladeplatz mit dem leeren Karrn anlangt, einen voll Erde geladenen Karrn vorfindet. Es können, wie die Erfahrung lehrt, doppelt so viel Karrn als Lader angenommen werden, wodurch die Arbeit gar sehr gefördert wird, denn weder der Lader noch der Drücker darf alsdann auf einen Karrn warten. Die hierüber angestellten Beobachtungen haben nun ergeben: 1°. daſs ein Mann den Karrn mit lockerer Erde in 40 Sekunden ladet, in 5 Sekunden umstürzt oder leert und in 5 Sekunden wieder umkehrt; in welcher Zeit die Erde aus den Karrn, von dem auf dem Deich arbeitenden Ausgleicher ausgeklopft wird und der Drucker im Begriff ist zu gehn. 2°. Binnen 15 Sekunden setzt er den leeren Karrn vor dem Lader auf den Ladeplatz und macht die Trage davon. 3°. Dann nimmt er einen vollen Karrn, hängt die Trage daran und hebt den Karrn auf in 15 Sekunden. 4°. Für Versäumniſs und Aufenthalt aller Art von 20 Fuſs Entfernung müssen 77 Sekunden u. s. w. bis 100 Fuſs Entfernung nur 50 Sekunden gerechnet werden, weil bey geringer Entfernung der Aufenthalt zunimmt, indem *a.*) zu einer und derselben Zeit viele Drücker auf den Deich und Ladeplatz kommen, welcher Fall eintritt, wenn man die Arbeit durch Anstellung vieler Arbeiter zu beschleuni-

gen genöthigt ist, die Arbeiter sich also gegenseitig hindern, und *b.*) die Arbeiter, bey kürzern Distancen, wegen des öftern Auf- und Abgehens auf dem Deiche mehr ermüdet werden. Auch kann man mit der Anzahl der Arbeiter nicht jederzeit so wechseln, wie man will und wie sich die Entfernungen ändern. 5°. Der Arbeiter drückte einen beladenen Karrn mit 2,5 Fuſs, den leeren mit 3 Fuſs Geschwindigkeit in der Sekunde. 6°. Wiewohl nun nach dem 1ten Punkt ein Arbeiter in zehn Stunden, in einem Arbeitstage (mit Anstrengung) 900 Karrn laden kann, so darf man doch nur im Mittel 720 rechnen, nehmlich wegen einer Menge Hindernisse, als Wasser trinken, Bier trinken; auch öfters Mangel an Raum, wenn z. B. die Drücker einer nach dem andern ausladen müssen u. dgl. Um diese Hindernisse zu verringern, muſs ein Wasserfaſs bey dem Arbeitsplatze stehn und es mögen einige heimliche Behältnisse von Faschinen oder Stroh und Rohr aufgesetzt werden. Auch müssen die Schubkarrn in gutem Stande seyn und die Arbeiter nach Maaſsgabe ihres Körperbaues angestellt werden, wobey ich dann bemerke, daſs die jungen Leute von 15 bis 20 Jahren sich zum Schubkarrndrücken besser als Alte schicken.

§. 70. Nach allen diesen Datis kann: 1°. Von einem Drücker in 10 Arbeitsstunden gefahren werden auf

Entfernung in rheinl. Schuhen.	Anzahl der Karrn.	Entfernung in rheinl. Schuhen.	Anzahl der Karrn.	Entfernung in rheinl. Schuhen.	Anzahl der Karrn.	Entfernung in rheinl. Schuhen.	Anzahl der Karrn.
20	245	120	202	220	143	310	113
30	241	130	194	230	139	320	111
40	238	140	187	240	135	330	108½
50	235	150	180	250	131	340	106
60	232	160	174	260	128	350	105
70	230	170	167	270	125	360	101½
80	226	180	162	280	121	370	99½
90	222	190	157	290	119	380	97½
100	220	200	152	300	116	390	95½

2°. Ein Lader füllt aber den Drückern oder Schiebern an Karrn, nehmlich auf 20 Fuſs Entfernung für zwey Drücker; auf 50 bis 100 Fuſs Entfernung für 3 Drücker, auf 100 bis 150 Fuſs Entfernung für 3 bis 4 Drücker, auf 150 bis 200 Fuſs Entfernung für 4 bis 5 Drücker; von 200 bis 300 Fuſs Entfernung für 5 bis 6 Drücker; von 300 bis 350 Fuſs Entfernung für 6 bis 7 Drücker und auf 350 bis 420 Fuſs Entfernung für 7 bis 8 Drücker.

3°. Die Lader und Drücker müssen mit ihrer Arbeit wechseln, um nicht zu sehr ermüdet zu werden. So kann z. B. wenn 5 Drücker und ein Lader arbeiten, ein Mann innerhalb zehn Stunden zwey Wagen laden. Die Anzahl der Drücker und Lader (von 6 bis 10 Mann) mag eine Arbeitskompagnie oder Rotte ausmachen; denn es ist sehr vortheilhaft, wenn man die Arbeiter in Rotten eintheilt und jeder Rotte einen recht guten und fleiſsigen Arbeiter als Vorarbeiter zutheilt, auch wohl die Arbeit einer jeden Rotte nach Cubikschuhen verakkordirt. Kennt man die Entfernung, in welcher die Deicherde gehohlt werden muſs, so läſst sich aus den vorne angegebenen Datis bestimmen, wie viel von jeder Rotte Tagweise geleistet werden kann. Kennt man dann die Quantität lockerer Erde, die auf den Deich nöthig ist, so läſst sich nach dem Tagelohn die zum Aufkarren nöthige Summe bestimmen.

§. 71. Bey der Aufführung der Deiche entsteht nothwendig die Frage: auf welche Entfernung man die Erde mit Wägen oder mit Schubkarrn beyfahren lassen müsse. Eine solche Vergleichung muſs sich nothwendig auf den Tagelohn beziehn. Rechnet man für den Wagen zwey Pferde und den Knecht täglich 5 fl. und für den Arbeiter bey den Schubkarrn 30 xr., so ist die Beyfuhr mit Karrn auf 300 Fuſs höchstens auf 360 Fuſs Entfernung vortheilhafter als mit Wagen und auf weitere Entfernungen soll man sich dieser bedienen. Hierbey ist dann auch zu bemerken: daſs die Arbeit mittelst Wagen gar sehr befördert und die Festigkeit des Deiches vermehrt, auch bey der Aufsicht dadurch erspart wird.

§. 72. Oefters wird man wohl thun, die Erde auf geringe Entfernungen, etwa auf die Weite von zwey Würfen mit Hohlschaufeln aufwerfen zu lassen. Man wird alsdann vor und hinter dem Deich hin auch einen kleinen aber nicht tiefen Graben machen dürfen, in dem daraus Deicherde genommen wird und diese seichten Gräben werden in einem festen und fetten Terrain nicht den mindesten Nachtheil bringen, aber wohl eine bedeutende Ersparnifs seyn, wie ich nachher zeigen werde. Selbst längs dem Friefsländschen Seedeiche an der Südersee, und bey mehreren Flufsdeichen Hollands findet man recht breite und tiefe Gräben am Deichfufs, ohne dafs sie irgend einen Nachtheil verursacht hätten; zumal längs Flüssen, wo die vor den Deichen gezogenen Gräben bald zuschlicken.

§. 73. Die Werkzeuge, welche bey dem Erde werfen und ausspütten der Erde mit Oeconomie gebraucht werden, sind folgende:

1.) Die beste Art Wurfschaufeln sind Hohlschaufeln. Ihre Länge beträgt 7 bis 7,5 Zoll. Ihr Querschnitt *cad* (Fig. 61. Tab. 84.) beym Ohr *a* oder nahe am Stiel ist von *c* bis *d* 6,6 Zoll. Der vordere Queerschnitt *fgh* vom erstern in einer Entfernung von 6,2 Zoll genommen, hat von *f* nach *h* 5 Zoll. Die Höhe *ed* des erstern Queerschnitts ist 1,7 Zoll und des zweyten von *b* nach *g* ist 1,4 Zoll. Der Stiel einer solchen Hohlschaufel kann für grofse Arbeiter 3 Fufs 4 Zoll, für kleine 3 Fufs lang, darf aber wenig und nur in der Nähe des Oehrs gebogen seyn.

Mit jedem Wurfe einer solchen eisernen Schaufel kann geworfen werden 144 bis 288 C. Zoll, je nachdem die Erde locker, zusammenhängend ist oder gar aus Rasenstücken besteht oder die Arbeiter stark und gewandt sind. Demnach kommen also 6 bis 12 Würfe auf den Cubikschuh. Die Entfernung, in welcher geworfen werden kann, ist, mit grofser Anstrengung, 9 Fufs vertikaler Höhe und 26 Fufs horizontaler Weite, mit gewöhnlicher Arbeit 4 Fufs Höhe und 10 Fufs horizontaler Entfernung. Ein Arbeiter kann also 600 C. Fufs Erde in 10 Stunden auf den Deich

werfen und wenn zwey Arbeiter angestellt werden, wovon der eine dem andern die Erde zuwirft, (zu welchem Ende, auf schrägen Deichen eine vier Schuh hohe Stellage von Brettern auf Holzböcke gelegt, nöthig ist) so werden 300 C.-S. auf einen Arbeiter in 10 Stunden gerechnet werden können, nemlich auf 20 F. Entfernung. Diese Bestimmung würde in der Praxis anwendbar seyn, wenn man annehmen könnte: dafs die Arbeiter ununterbrochen arbeiteten, welches aber nicht möglich ist. Man darf daher nur 250 Cubikschuh Erde rechnen, die ein Mann auf 20 Fufs Entfernung in einem Tage werfen kann. Nun bringt aber ein Mann, wenn er seinen Karrn ladet, auf diese Entfernung mit dem Schubkarrn nur 184 Cub. Schuh Erde auf den Deich; mithin ist es bey dieser Weite vortheilhafter, die Erde werfen als ankarrn zu lassen, wenn es nicht andere Umstände, abrathen.

Zum Ausspütten der Erde ist aber kein Spaden bequemer und leichter als der auf Tab. 91 in Fig. *A*, *B* und *C* 24 mahl so klein als die wahre Gröfse dargestellte Spaden. Derselbe besteht, aufser dem doppelten Rande *C*, welcher von Eisen ist und mittelst den Blättern *a* und *b* an das hölzerne Blatt *B* mit vier Stiften befestigt wird, aus Holz. Er sollte überall, wo guter Boden nicht aber Sand ist, bey nasser Witterung, zum Deichbau gebraucht werden. Bey trocknem Wetter, wenn die Erde hart ist, sind statt hölzerne ganz eiserne scharf und schmale Blätter zu gebrauchen.

§. 74. Aus diesen §§ geht daher der von einer erfahrnen und wohl überlegten Bauführung zu hoffender Vortheil hervor, weil die glückliche Wahl der Vorkehrungen grofse Summen ersparen kann. Es sey mir daher erlaubt, diesen Abschnitt mit folgender Bemerkung zu beschliefsen, die ihre Anwendung minder oder mehr auf alle Abtheilungen der Wasserbaukunst findet, also nicht blofs auf den Deichbau.

Insofern nun, wie gesagt, der glückliche Erfolg beym Bauwesen, so wie die gröfstmöglichste Oekonomie, zum Theil von einer klugen und erfahrenen Bauführung abhängt, so mufs man dieselbe nicht zu karg bezahlen. Ja es ist eine schlechte unver-

ständige Wirthschaft, wenn elende und unwissende Bauführer, deswegen angestellt werden, weil sich gute nur selten finden, und für einen geringen Gehalt nicht dienen. So giebt es häufig Baustellen, wo der Bauaufseher weit schlechter als ein Maurer- oder Zimmergeselle bezahlt ist, Hunger leidet und dennoch achtzig und mehrere solcher Arbeiter mit dem gehörigen Nachdrucke zu ihrer Schuldigkeit anhalten soll. Was kann aber wohl dabey anders als Nachtheil für die Casse und schlechte Arbeit entstehen?

Nicht selten geht es auch auf den Baustellen ärgerlich genug für jeden Praktiker zu, und die Bauführer oder Directoren zeigen, wie wenig Erfahrung und guten Willen sie besitzen. Oft sieht man da die Erde oder zerschlagene Steine auf einer Tragbare von zwey Menschen tragen, welche Last über einige gelegte Laufbretter ein Mann im Schubkarrn fortdrücken könnte. Zwölf Menschen wälzen dort ein Werkstück mühsam fort, welches viere, wenn es auf einen Steinwagen gelegt würde, leicht fortziehen würden. Dort sind eine Menge Arbeiter beschäftigt, einen grofsen Stein von einer schiefen Fläche zu wälzen und in sein Lager zu bringen, welcher doch mittelst eines Hebezeuges von drey Mann aufgehoben, herunter und in sein Lager gesetzt werden könnte. Ja man sieht an einem Bau 500 Mann mit dem ausschöpfen des Wassers auf der Baustelle beschäftigt, während dafs der Fangedamm das Wasser durchläfst und der Flufs steigt. Da wird nicht daran gedacht, den Fangedamm zu dichten, noch ein Wasserrad in den Flufs mit geringen Kosten (die nicht die Ausgaben zweyer Tage für die Arbeiter, die jetzt die Maschinen bewegen, ausmachen) zur Treibung von Schöpfmaschinen anzulegen. So gehen täglich mehrere Hunderte ganz unnütz verlohren, ohne dafs die Bauführer nur erröthen, und die Vorschläge emsiger erfahrner Praktiker Eingang finden, oder von den Finanziers beherzigt werden. Frägt man nun, warum dies also so zweckwidrig und kostspielig geschieht, so heifst es: «ja unsre Handwerksleute und Arbeiter thun es nun einmahl nicht an-

ders!» als wenn es gleichsam unvernünftige Thiere wären. Das ist nun unter aller Critik geantwortet. Indessen geht die Sache so ihren Gang fort und die öffentlichen Cassen müssen es bezahlen.

Möchte ich doch solchem Unfuge mit dem Gesagten steuern.

FÜNFTER ABSCHNITT.

VON DER AUFFÜHRUNG DER ÜBRIGEN ARTEN VON DEICHEN AUSSER DEN ERDDEICHEN.

§. 75. Nicht immer werden dem Wasser harte Körper entgegengesetzt, sondern man pflegt sich auch in manchen Fällen der weichen zu bedienen. Beym Deichbau wird nämlich auch Seegras oder Wier angewandt; womit der äufsere Theil der Seedeiche längs Nordholland und längs einem Theil der Insel Texel gemacht ist, wie dies bereits im 3. B. S. 28 und 60 beschrieben wurde, als worauf ich in Hinsicht der *Wierdeiche* verweise. Ohne einen Fufs von grofsen Steinen und einen Erddeich dahinter kann sich indessen ein solcher Wierriemen (Profil 1 *cfgh* Tab. 56.) nicht erhalten und überdies erfordern die Wierdeiche viele und kostbare Reparaturen. Man läfst sie daher nach und nach eingehen, wie es denn mit dem Deich auf der Insel Texel 3. Bd. S. 27 der Fall ist.

§. 76. *Steindeiche*, deren vordere Böschung nur mit rauhen Steinen belegt werden, die aber sonst aus einem Erdkörper bestehen, sind gegen die See die allerzweckmäfsigsten. Wie man solche in Holland und Frankreich konstruirt hat und welche Form man ihr geben müsse, das ist bereits im 2ten Bd. S. 395 u. s. w. 436. 447. und 470 und 3ten Bd. S. 19 21 erörtert, so, dafs es also nur unnütze Wiederhohlung seyn würde, wenn ich mich hier darüber mehr verbreiten wollte.

§. 77. Eine andere Art Steindeiche, sind diejenigen Seedeiche, welche blos von Steinen aufgeführt werden. Die bekanntesten und kostbarsten in Europa sind die sogenannten Murazzi, längs dem Seeufer vor Venedig (Tab. 90 Fig. XI, XII und XIII.)

Diesen Seedeich und Seeuferbau kann ich hier deswegen erst aufnehmen, weil es mir bey Abfassung des 2ten und 3ten Bandes, worin der *Seeuferbau* eigentlich vorgetragen ist, an vollständigen Nachrichten darüber fehlte. Jetzt aber, nachdem ich selbst diesen Bau untersucht und dessen Profile aufgenommen habe, bin ich im Stande, nähere Aufschlüsse darüber zu geben. Nicht geringe war aber mein Erstaunen, als ich bey der Localuntersuchung, diejenige Beschreibung, welche der Marineminister Forfait, der doch in Venedig war, von diesem Seeufer und Deichbau gegeben hat, und die ich am Ende des 3ten Bandes aufgenommen habe, äusserst unvollständig und selbst unrichtig fand. So soll z. B. der von Steinen aufgeführte Seedeich, unterhalb des niedrigen Meeres, auf einen Wald von Pfählen erbaut seyn, wo doch nicht ein einziger Pfahl zu dieser Gründung gebraucht ist, wohl aber zum Vorwerke einer Deichstrecke auf der Insel Malomocco selbst, wie ich bald näher zeigen werde. Zur Erhaltung der Inselreihe (Lidi) welche das Adriatische Meer von den Lagunen trennt und die zum Schutze der Stadt Venedig wesentlich beyträgt, weil ohne dieselbe die Fluth in den Lagunen so hoch anlaufen mufste, dafs die Kays und Strafsen von Venedig sehr oft den Ueberschwemmungen ausgesetzt seyn würden; die leider jetzt schon öfters eingetreten sind, war es nothwendig einen Seeufer- und Deichbau längs dem Meere aufzuführen. Die Kays und Strafsen von Venedig liegen nämlich zwey bis drey Schuh über die ordinaire Fluth in den Lagunen, welche einen Schuh niedriger als die Fluth des Adriatischen Meeres steigt. Zuweilen tritt bereits gegenwärtig die Sturmfluth vor Venedig über die Kays und Strafsen 1 bis 1 $\frac{1}{2}$ Schuh hoch, sogar der Markusplatz, welcher etwa ein Schuh über die Fluth

liegt, ist schon überschwemmt worden und man hat ihn deswegen in den letztern Zeiten der Aristocratie erhöhet.

Der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe beträgt in den Lagunen zwey, vor den Lidi d. i. an den Ufern des Adriatischen Meeres aber drey Schuh.

Die Venetianer haben an diese längs den Lidi oder denen von Venedig bis zum Ensch-Flusse liegenden Inselreihen, deren Oberfläche sich nur zwey bis drey Schuh über die ordinaire Fluth in den Lagunen erhebt, mithin bey hohen Seestürmen, wo die Fluth 10 Schuh über die ordinaire steigt; überschwemmt worden, aufgeführten Seedeichen und Höftern Millionen verwendet und dennoch ihre Absicht, d. i. eine vollkommene Sicherheit dieser schutzgewährenden Inselreihe, nicht erreicht. Es ist nämlich dieser Seedeich oftmals von hohen Meereswogen durchgebrochen. Zuletzt noch wurde derselbe am 12ten May und 15ten Juli 1802 bey einer Sturmfluth an sehr vielen Stellen zerstört, und die Ausbesserung hat ungeheure Summen gekostet.

§. 78. In ältern Zeiten hat man längs dem Seeufer, vor dem Fort St. Nicolo bis ohnweit Brondolo, da wo selbst keine natürlichen Dämme liegen, Erddeiche Fig. Tab. 90. angelegt und dieselbdn mit einem Laubholze bepflanzt (*), welches, wenn es auch zuweilen vom Seewasser bedeckt wird, dennoch wächst und das man dort Tamarisci nennt. Nachher, als das Meer den Strand verschlang, wurden vor dem Deichfuſse Steinkisten versenkt. Diejenigen Personen, denen das Wasserbauwesen anvertraut war, suchten späterhin in der Anlegung von Pfahlwerken Fig. IV, V und VI eine Sicherheit für die Seewehr. Gerade mit diesen wurde aber ein hoher Wellenschlag, der die

(*) Der obere Theil des noch jetzt zwischen Quatro Cantoni und bis ohnweit Malomocco gehenden Erd-Seedeiches besteht zum Theil aus Sand, wie dies in dem angezogenen Durchschnitte angedeutet ist und dennoch widersteht er, der sanften Böschung wegen, den Seewogen weit besser, als der übrige von Pfahlwerk und Steinen aufgeführte Seedamm. So wichtig sind also die sanften Böschungen!!

innere Böschung des Deiches angriff, mithin dessen Ruin verursachte, erzeugt. Aber ich darf mich hier über die Schädlichkeit solcher Pfahlwerke nicht einlassen, weil ich dieselben bereits im dritten Bande hinlänglich bewiesen habe.

Wiewohl die Venetianer die nachtheiligsten Wirkungen von den überstürzenden Wellen bey diesen Anlagen erfahren haben und diese kostbaren Pfähle binnen acht Jahren vom Seewurm zernagt, von den Einwohnern gestohlen, oder auch von den heftigen Seebrandungen herausgerissen und fortgetrieben werden und die theuren eisernen Nägel vom Seewasser verkalchen: so hat diese Arbeit kein Ende genommen und man hat diese Holzwerke von neuem angelegt. Da, wo dieselben aber vor dem Deiche, der grofsen Kosten wegen, nicht beybehalten sind, ist die vordere Böschung zwey bis drey Schuh dick mit Steinen bedeckt worden. Diese Steinböschung ist zweyschuhig und hält sich ziemlich gut. Besser würde sie aber seyn, wenn die glatten Steine auf ein Bett von Ziegelgraus, dessen man vor den alten Schlössern bey Treviso, Moncelice und Este genug haben kann, gelegt würde, wie dies die Erfahrung an allen ähnlichen Werken in Holland beweifst und dessen so oftmals im 2. und 3. Bande gedacht wurde. Ein anderer Fehler besteht darin, dafs die Seedeiche ungleich hoch liegen. So liegt z. B. der Deich auf der Insel Malomocco 8 Fufs 6 Zoll, 9 Fufs, 9 Fufs 2 Zoll, dann 9 Fufs 6 Zoll über die ordinaire Fluth in den Lagunen, wo er doch nach einem, zur Zeit der Aristocratie ausgemittelter Nomale, zehn Schuh über diese Fluth gelegt werden sollte. Welches aber nie in Erfüllung gesetzt wurde, wiewohl es nicht einmahl hinreichend ist; da nehmlich die hohen Wogen, welche bey Sturmfluthen eintreten, zehn Schuh und etwas darüber sich erheben. Es sollte daher der sämmtliche Deich der Insel Malomocco auf zwey Schuh über diesen Nullpunct, d. i. zwölf Fufs über die ordinaire Fluth in den Lagunen gelegt werden.

§. 79. Als man die Erfahrung gemacht hatte, dafs die Pfahlwerke keine Dauer versprachen, so glaubte die ehemalige Vene-

tianische Wasserbau - Commission, dem Meere zum sichersten mit einer starken aus grofsen Marmorblöcken bestehenden Mauer, Widerstand zu leisten. Es wurden daher an einigen Deichstellen zuerst i. J. 1740 eine solche Mauer Fig. VII. vor den Deich, 10 Fufs über die Fluth hoch, gelegt, nämlich auf der Insel Malomocco ein kleines Stück, und ohnweit Chiozza bey sotto marino genannt, ein gröfseres. Die Construction ist in der angezeigten Figur deutlich angegeben, es wird daher nur bemerkt, dafs die obersten Fugen mit Pozzolan-Mörtel ausgestrichen sind.

§. 80. Späterhin, nachdem die Erfahrung bewiesen hatte, dafs der hinter der Mauer oder dem Murazzo liegende Erddeich, den überstürzenden Wogen nicht Widerstand leistete, wurden stärkere Steinwerke Fig. XI. aufgeführt. Der höchste Theil dieser auf der Insel Paelestrina, errichteten Murazzi's liegt 12 Fufs 1 Zoll über die ordinaire Fluth in den Lagunen und dennoch stürzen die Wogen über ihn hin.

Im Jahr 1760 fand man auch diese kostbare Construction nicht hinreichend, es wurde daher angefangen, die obere Masse des gesammten Deiches aus einem Steinbau mit zwey Bänken zu formiren, wie Fig. XIII. zeigt und diese Werke nennen die Venetianer gleichfalls Murazzi. Die Krone ist 12 bis 14 Schuh über die ordinaire Fluth erhoben und vor dem Werke liegt ein Steinwurf (Scogliere). Da über diese verticalstehende Murazzi die Wogen stürzen, so ist dahinter eine Steinbank *a* Fig. XIII. gelegt, die jedoch nicht überall, sondern an deren Stelle auch wohl ein Erdstück Fig. VIII. oder nichts als die Oberfläche der Lidi, angetroffen wird. Diese Murazzi findet man nur allein auf Paelestrina und bey Chioggia. Sie haben grofse Summen gekostet und dennoch lassen sie eine vollkommne Sicherheit nicht erwarten, weil im Jahre 1802 ein Theil davon durchbrochen wurde. Sie haben in ungleichen Abständen auf das Seeufer senkrecht liegende Höfter Fig. VIII. IX. X und XIV. vor sich, welche im Mittel 200 Schuh lang sind. An der Spitze *e* liegen diese Höfter drey und an der Wurzel *k* sechs Schuh über die ordinaire Fluth

in den Lagunen. Auf den Seiten sind sie mit einem Steinwurf von Istrianischen Steinen versehen Fig. VIII und XIV. Die Tiefe längs demselben beträgt 4 bis 15 Schuh bey der Fluth.

Die Erbauung der gröfsten Murazzi geschah folgendermafsen (Fig. XIII.) Nachdem die Fundamente *c* und *d* unter den Hauptmauern geworfen und mit ordinairem Mörtel bedeckt waren, wurden die grofsen Marmorblöcke *h i* von 24 bis 48 Kubikschuh, an den Seiten des alten Erddammes *b*, bis zur Ebbe aufgesetzt. Von hier an bediente man sich zum Mörtel der Pozzolane und des Kalkes zu gleichen Theilen, nämlich zu dem äufsern Theil des Werkes. Dann wurden kleine Steine in *o* als Unterlager zu den grofsen Werkstücken *f*, in gemeine Mörtel oder auch ohne denselben gelegt.

Die grofsen Werkstücke werden aus Istrien geholt. Jede Barke ladet 100000 libre, deren Tausend vier Cubikschuh Stein erfordern. Wie die Werkstücke gelegt werden, ist aus den citirten Figuren und denen darauf gesetzten Buchstaben so deutlich zu entnehmen, dafs die Erklärung der Construction überflüssig wird. Ich bemerke deswegen auch noch, dafs daselbst, wo der Seedeich nach einer andern in Fig. XII. angedeuteten Art angelegt ist, dennoch an der Wurzel der Höfter diese eben erklärte Bauart auf drey bis vier Klafter zu beyden Seiten derselben statt hat, wie dies in dem Grundrisse Fig. X. in *e*, *a*, *b*, *c*, *d*, angedeutet ist.

§. 81. Diese äufserst kostbare Bauart, hat, wie gesagt, dem Meere nicht widerstehen können, weil sie den Wogen eine verticale Wand angestellt, mithin diesen ihren Angriff vermehrt. Der Zoccolo ist von dem steilen Steinwurf (Scogliere) nicht gedeckt und indem die darauf heftig anbrandende Wellen gegen den Zoccolo anprellen, heben sie die schweren Steine aus ihrem Lager, welche Wirkung dadurch befördert wird, dafs der Frost den Pozzolanmörtel spaltet, das Meerwasser den der Luft ausgesetzten Mörtel chemisch angreift und zerbröckelt. Den beschädigten Theil der Murazzi hat man daher auch jetzt, nach der im Jahr 1778

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

Fig. XII. angefangenen Construction, abgetragen. Zuerst wurde dieselbe auf der Insel Paelestrina in Ausübung gebracht und nach ihr der Seedamm auf 8 Schuh 7 Zoll bis auf zehn Schuh über die Fluth angelegt. Man wird aber sehr bald die Mängel dieser Bauart gewahr, wenn man die kleinen glatten und runden Steine betrachtet, da überdies dessen Krone von den Fluthwogen zwey Schuh überstiegen wird, womit die Böschung *a*, des Deiches belegt ist, so wie die geringe Abdachung *b*, des Steinwurfes und endlich die unzureichende Höhe des Deiches. Daher ist es denn auch kein Wunder, wenn die Wogen den Deich überstürzen und ihn zerreifsen; wenn die Steine weggespühlt werden und die Erddecke blofs liegt. Die feste Lage der Steine auf die Böschung wird aber auch noch dadurch sehr gestört, dafs man diese Steine auf von Rohr geflochtenen Matten legt, die ein glattes Unterlager geben.

Wie so ganz anders, wenig kostbar und allen Angriffen der Seebrandungen trotzend ist die Construction Tab. 47. der neuesten Seedeiche Hollands!

Wenn man diese verschiedenen venetianischen Bauarten, welches lauter Versuche sind, die dem Staate Millionen gekostet haben, betrachtet: so kann man sich des Unwillens nicht erwehren. Sie sind eine vollständige Characteristik des Zustandes der Wasserbaukunst im Venetianischen, wiewohl die Existenz dieses Landes schlechterdings von der Anwendung hydrotechnischer Kunstmittel abhängt: denn die Flüsse sind zum Theil dergestalt versandet, dafs ihre Betten 6 bis 10 Schuh über das natürliche Erdreich liegen. Was aber den Seeuferbau anbetrift, so sehen wir Dämme und Höfter angelegt, welche dem Zwecke nicht entsprechen, indem jene noch im Jahre 1802 bey einer Sturmfluth zerrissen sind und diese gänzlich unnöthig waren.

(*) Ich habe auf Tab. 91, so wie auch Tab. 57 die auf verticale Werke ablaufenden Wogen dargestellt, um die Nachtheile solcher Bauarten recht anschaulich zu machen.

§. 82. Nach dieser Erörterung der bisherigen Anlagen, komme ich zu denjenigen Maſsregeln, welche, meines Dafürhaltens nach, angewendet werden mögen, die Stadt Venedig, so wie die Lidi gegen die Angriffe der See vollständig zu beschützen, die Fahrwasser und Häfen im Allgemeinen zu verbessern und die Verschlammung der Canäle Venedigs abzuwenden.

Fürs 1ste sind die Pfahlwerke auf der Insel Malomocco, wo man dieselben noch anwendet, gänzlich abzuschaffen. *a.*) Weil sie platterdings schädlich sind, wie dies die Erfahrung hinlänglich beweiſst 3. B. S. 59. *b.*) Das Holz binnen acht Jahren vom Pfahlwurm zernagt wird. *c.*) Die Pfähle von den Wogen losgewackelt und aus dem Grund geworfen werden, welches Treibholz sodann in den Dämmen Löcher stöſst. *d.*) Weil die Pfähle von den Bewohnern der Insel häufig herausgerissen und gestohlen werden: da das Holz sehr theuer ist. Endlich ist jeder Pfahl an den horizontalliegenden Gurtungen mit eisernen Nägeln befestigt. Bekanntlich wird aber das Eisen vom Seewasser verkalcht und so leistet es kaum acht Jahr Dienste. Dieses sind schon Beweggründe genug, um den Pfahlbau abzustellen, die jetzigen Pfahlwände absägen und das Holz und Eisen verkaufen lassen.

2tens Müssen die Böschungen des Seedeiches und dessen Höhe dergestalt eingerichtet werden, daſs diese Seewehre den Brandungen der See vollständig Widerstand leiste. Wie schon im 2ten und 3ten Bande erörtert ist, so liegt es in der Natur des Angriffs, welchen die Seewogen auf die Seedämme ausüben: daſs sie auf sanfte Böschungen aufrollen ohne dieselben zu beschädigen, welches auch der gewöhnlich aus purem Sande bestehende Seestrand beweiſst, da derselbe in sanften Böschungen liegen bleibt, ohne von der See fortgerissen zu werden, es sey dann, daſs die Grundwogen und der Fluthstrom sehr heftig wären. Eine Bemerkung, die ich auch bey der Bereisung der Holländischen und Französischen Küste gemacht habe. Ja man hat bey Blankenberg in Flandern und bey 'sGravesande in Süd-

holland Seedämme aus purem Sande angelegt, ihnen jedoch eine Böschung von 9 bis 14 Fuſs gegeben; und mit dieser haben sie der See vollkommen Widerstand geleistet. Dieselben sind daher ein Beweis von der Güte sanfter Böschungen. Was aber die Gröſse einer Deichböschung, welche mit Steinen angelegt wird, anbetrifft, so ist schon in diesem Werke mehrmals durch die Erfahrung gezeigt worden, daſs eine dreyschuhige hinreichend sey. Dieselbe mag also auch bey diesem Seedamme Statt finden. Die Belegung mit Steinen reiche deswegen drey Schuh über die ordinaire Fluth hinauf, weil hier die Erfahrung lehrt, daſs sich weiter hinauf eine feste Grünschwarte oder Erdböschung vollkommen gut erhält.

Da, wo sowohl der Seedamm nach diesem Profil zu construiren ist, als auch da, wo die Murazzi ihres starken Baues wegen bleiben müssen, ist der ins Meer gehende Steinwurf oder die (Scogliere) nach einer Böschung von 3 bis 4 Schuh auf 1 Schuh Höhe, anzuschütten: nämlich vierschuhig auf der Insel Paelestrina und gegen Coroman, dreyschuhig auf der Insel Malomocco; weil hier der Angriff der See nicht so heftig als dort ist. Daſs die hier vorgeschlagene Anlage sanftablaufender Steinböschungen, die einzige mit der Natur des Angriffs der Wellen übereinstimmende Bauart ist, wird auch bey diesem Seeufer auf der Insel Malomocco, bewiesen, denn obgleich der Seedamm nur mit kleinen Steinen bedeckt ist, die aus den Gegenden von Moncelice gehohlt werden und von denen einige nur einen halben Kubikschuh groſs sind, so widersteht diese Böschung dennoch allen Angriffen der niedrigen See, nämlich daselbst, wo sie eine geradlinigte (Fig. II.) Form hat, hingegen wo sie concave (Fig. III.) ist, wird sie in kurzer Zeit von den Wellen weggeführt. Soll jedoch diese Steinböschung dem Meere auf immer Widerstand leisten, so müssen gröſsere Steine zur Oberfläche genommen und diese, wo möglich auf ein Bett von Ziegelgraus oder Mauerschutt gelegt werden; welches Materiale im Ueberfluſs von den ohnweit Moncelice, Este und Treviso stehenden Ruinen alter

Schlöſser gehohlt werden können. Dieses Material ist deswegen zum Unterlager für groſse Steine vortheilhaft, weil es eckig ist und mittelst des alten Mörtels, wenn derselbe naſs wird, eine Bindung erhält. Dasselbe wird daher auch in Holland zu diesem Zwecke verwendet.

3tens Was die Höhe dieser Sanddämme anbetrifft, so glaubt man kaum seinen Augen trauen zu dürfen, wenn man gewahr wird, daſs derselbe an einigen Stellen zwey und mehrere Schuh niedriger als an andern liegt, ja daſs er nicht einmal die Höhe der Sturmfuthen erreicht. Kein Wunder daher, daſs er bey den letzten Stürmen von vielen Stellen zerrissen ist. Man hätte also glauben sollen, daſs diese traurige Erfahrung ein sicheres und systematisches Verfahren zur Folge gehabt haben würde, leider mangelt es aber noch gänzlich daran. Soll daher das Schicksal Venedigs und der Lagunen nicht dem Ohngefähr überlassen bleiben, so müſste der Seedamm auf Malomocco 12 Schuh, der bey S. Pietro auf 13 Schuh und so bis gegen Chioggia auf 14 Schuh über die ordinaire Fluth in den Lagunen, das ist im Mittel um zwey Schuh erhöhet werden. Die Sanddämme bey dem Fort Alboroni und gegen Brondolo sind aber mit Helm und Sandriedhafer, der dort schon sparsam angetroffen wird, zu bepflanzen. (3. B. S. 24.)

4tens Da, wo der obere Theil dieser Seewehre aus einem Erddamme besteht, mag die Krone des Dammes 6 bis 8 Schuh Breite erhalten, weil die Dammerde dort gut ist.

5tens Die innere Böschung sollte $1\frac{1}{2}$ bis 2 Schuh auf ein Schuh Höhe betragen.

Auf diese Weise wird ein Werk mit den mindesten Kosten zu Stande kommen, welches die vorige Regierung in Jahrhunderten mit Aufwendung unermeſslicher Kosten nicht vollkommen hergestellt hat.

6tens Müssen die unnützen aber kostbaren Stein-Höfter abgetragen werden. Es ist nämlich in der Wasserbaukunst eine practische Regel, daſs da, wo nicht ein heftiger Fluthstrom geht,

die Höfter durchaus unnütz sind und der berühmte Wasserbaukundige der Generalinspector Brunings in Holland, hält dieselben unter diesen Umständen für ganz überflüssig. Es ist dieses auch in der Natur des Seeuferbaues gegründet; denn da, wo der Ebbe und Fluth-Strom sich nur äusserst langsam bewegt, wie hier der Fall ist, wo er kaum $\frac{1}{3}$ Schuh in einer Secunde zurücklegt, hat der Seedamm von dem eigentlichen Strom gar nichts zu leiden, sondern er muss lediglich den Seewogen widerstehen: da nun überdies die See an diesen Stellen kein Materiale absetzt, so können sie zur Erhöhung des Strandes gar nichts beytragen, welches auch die bis jetzt mit grossen Kosten angelegten Höfter beweisen. Wird überdies erwogen, dass man mit denjenigen Steinen, woraus die Höfter bestehen, die Scogliere nach der vorgeschriebenen Böschung, construiren kann, indem ihre Zahl bedeutend ist; so werden die Kosten der Steinböschung sich nicht hoch belaufen. Dass jedoch diejenigen Höfter, welche am Eingang der Seemündungen liegen, nicht nur bleiben, sondern gut unterhalten werden müssen versteht sich von selbst, weil sie dazu dienen, dass diese Seemündungen nicht zu gross werden. Geschähe dieses, so würde in den Lagunen eine zu grosse Fluthmasse eintreten, welche sich über die Kays von Venedig erheben müsste.

§. 83. Wiewohl man dahin trachten muss, dass keine zu grosse Fluthmasse in die Lagunen eindringt, so ist doch auch darauf zu sehen, dass das Fahrwasser zwischen Venedig und der Seemündung von Malomocco eine hinreichende Tiefe für leere Kriegs- und geladene Kauffahrdeyschiffe behalte, wozu 17 Schuh erfordert werden. Dieses Fahrwasser von 17 Fuss ist auch zur Erhaltung von Venedig selbst nothwendig; denn die Circulation von Fluth und Ebbe in den Canälen der Stadt Venedig, welche macht, dass die Verschlammung derselben nicht zu schnell eintritt, ist eine sehr grosse Wohlthat für die Stadt Venedig, welche ohne sie nicht bewohnt seyn könnte, weil es unmöglich ist, dass Menschen die Ausdünstung eines stets stillstehenden Wassers

ertragen. Wird aber dieses Fahrwasser gleich dergestalt verschlämmet, daſs der Fluthstrom nicht mehr mit derjenigen Masse eintritt, welche nothwendig ist um in allen Canälen eine periodisch wiederkehrende Bewegung des Wassers hervorzubringen, so ist Venedig verlohren. In der Erhöhung des Bettes dieses Fahrwassers kann man also vorzüglich die Ursache finden, um welcher willen die Canäle in Venedig sich schneller mit Stoffen anhäufen als in der Mitte des vorigen Jahrhunderts.

Bey den Verbesserungsvorschlägen in Bauanlagen ist es indessen gar nichts ungewöhnliches, daſs ihre Ausführung für überflüssig betrachtet wird, weil man gewöhnlich das gegenwärtige Uebel durch einige provisorische Anlagen, welche aber weder dem Zwecke entsprechen noch die künftigen Gefahren abwenden, zu mildern sucht und dies für eine zureichende Abhülfe hält. Wenn daher die jährlichen Ausbesserungen der Murazzi jetzt schon bedeutende Summen erfordern und dennoch damit keine Sicherheit für Venedig und die Lagunen, bewerkstelligt wird, wie die Wirkung der letzten Sturmfluth vom Jahr 1802 bewiesen hat; so kann die zweckmäſsige Verwendung einer gegen den Vortheil, welcher damit hervorgebracht wird, in der That nicht unbedeutenden Summe, nur als eine Wohlthat für Venedig und für die öffentlichen Cassen betrachtet werden. Uebrigens sind genug Fonds vorhanden, welche die Ausgaben hinreichend bedecken.

§. 84. An *Fluſs-Schartdeichen* legt man die Steine zwischen Verzäunungen von *grünen Weidenholz*, welches ausschlägt und die im späten Herbst oder vor Mitte April gemacht werden. Die 1½ bis 2 Fuſs hohen Verzäunungen, welche um zwey Zoll starke grüne Weidenpfähle recht fest angezogen werden, laufen mit der Krone des Deiches parallel und der letzte Zaun mag drey Schuh von des Deiches Krone entfernt stehen. Zu den Pfählen selbst aber muſs nicht weit vom Kopfe ein Loch eingebohrt seyn, welches dicht über den Zäunen zu stehen kömmt. Durch dieses wird ein kleiner Stock, queer über den Zaun gesteckt, damit die Zaungärten nicht aufspringen. Die Zäune schla-

gen dann aus und weder die Wellen noch der Strom oder die Eisgänge können die vom Buschwerk bedeckten und von den Verzäunungen gehaltenen Steine fortwälzen. Es versteht sich, daſs man, wenn es seyn kann, diejenigen Steine dazu wählt, welche die mehrsten Ecken haben, als Tuf- und Muschelkalchsteine und daſs man die platten Steine als Porphyre und Sandsteine nur auf ein Unterlager von Ziegelgraus und Mauerschutt legt, alle Fugen mit Stopſsteinen füllt und auskeilt. Werden die Zwischenräume der Verzäunungen mit grobem Kies gefüllt, so werfe man gegen die Zäune etwas Erde, damit sie Loden schlagen, weil der Kies zu sehr brennt und den Lodenausschlag verhindert.

§. 85. An der Piave liegen Deiche, deren Krone und Vordertheil aus einem Mauerwerk von Quaderstücken bestehen, die aber innerhalb eine Erdböschung haben. Diese Dämme haben ungeheure Summen gekostet, wenig Böschung und ihr Fuſs ist unterwaschen, daher sie gröſsten Theils zerstört sind. Man nennt sie dort gleichfalls Murazzi, sie sind zum Theil von Lorgna, der bekanntlich ein groſser Theoretiker war, angegeben. Man muſs sie gleichfalls zu den *Steindeichen* zählen.

§. 86. Von den *Holzdeichen* werden einige von zwey Pfahlreihen formirt, der mittlere Raum wird dann mit Erde, Kiesel, oder Steinen ausgefüllt und mit Bohlen gedeckt, wie denn der Deich an der Hafenmündung von Medenblick 3. Bd. S. 493. so aufgeführt ist, zuweilen deckt man auch die Böschung eines Deiches mit Holzschwellen und lagert Steine dazwischen, um diesen ein festes Lager zu machen. Eine solche Construktion hat z. B. der Seedeich von Ostende, den ich im 3. Bd. S. 72. beschrieben habe.

§. 87. Deiche, die mit Stroh bekrampt werden, (*Strohdeiche*) müssen in der Oberfläche aus guter und zäher Erde bestehen, damit die Strohkrampen halten können, welches im Sande nicht möglich ist.

Das Bekrampen der vordern Böschung eines Seedeiches geschieht auf folgende Weise. Es wird nämlich auf die von Klay

oder guter Erde vollendete äussere Böschung eine Strohlage, etwa einen bis 2 Zoll dick, gespreitet (Tab. 48.) siehe *Steindossirung* und Tab. 84. Fig. 68. und zwar von unten nach oben mehrere solche Lagen. Alsdann bindet der Arbeiter um seinen Leib einen ledernen Riemen, an welchen vorne ein 4 Zoll langes Eisenblech befestigt ist. Er nimmt hierauf einen gedrehten Strohbüschel *g*, *h*. Fig. 68. oder auch einen lockern Strohbüschel in seine rechte Hand, legt denselben der Queere nach über die Strohlage *i*. In seiner linken Hand faſst er den Krampspaaten Fig. 67, dessen Länge richtet sich je nach der Gröſse des Arbeiters, $2\frac{1}{2}$ bis 3 Schuh. Mit diesem Spaaten, dessen eiserner Theil *b c* etwa 8 Zoll lang ist, sticht der Arbeiter, indem er sich bückt und das Instrument an das besagte Blech drückt, den Strohbüschel in *g* etwa 4 Zoll tief in die Erde, und zwar alle zwey bis drey Zoll. Die Strohkrampen *g* und *h* werden aber auf 4 Zoll Abstand gelegt und befestigt.

Wiewohl eine solche Strohdecke den Wellen gut widersteht, so ist sie doch nur höchstens ein Jahr dauerhaft, muſs daher alle Jahr erneuert werden und ist deswegen sehr kostbar. So habe ich z. B. auf dem Seedeich zu Westkappel groſse Stroh-Magazine gesehn, welche im Oktober jedes Jahrs zur Erneuerung der übrigens musterhaften Bekrampung verbraucht werden.

Diese Strohbekrampung ist nur blos bey Seedeichen nöthig, und zwar von der Ebbe bis zur täglichen Fluth oder bis zur Linie, unter welcher hinab keine Gräsereyen wachsen. Zuweilen also höher als zur Fluthlinie, nehmlich da, wo die See eine Menge Muscheln und Schaalthiere auswirft, welche die Böschung über diese Linie hinauf bedecken, und den Wachsthum der Gräsereyen verhindern.

§. 88. Blose *Sanddeiche* oder *Sanddämme* werden mit Stroh und Helm bestickt, wie das im 3te Band S. 21 gelehrt ist, worauf ich also nur verweise.

§. 89. Eine andre Methode ist an der Merwede im Gebrauch. Man macht nämlich Hörden oder von Rohr oder Stroh geflochtene Decken, und heftet diese auf die Böschung gegen den

heftigen Wellenschlag auf. An der untern Elbe bey Glückstadt bedient man sich zu diesem Behufe der gewöhnlichen Horden oder Flacken.

§. 90. Flufsdeiche, die dem Strom und Wellenschlage blosgestellt sind, und auf denen die frischen Rasen diesen Kräften nicht Widerstand leisten können, werden mit purem Weidenbusch bespreitet. Dieser wird dann mit Verzäunungen, die um solche Pfähle gehen, welche durch die Buschlage und in die Böschung geschlagen und etwa 3 bis 4 Fufs lang sind, überzogen und mit eswas Erde bedeckt, wie das im 1. Bd. S. 310 gezeigt ist. An sehr gefährlichen Stellen wirft man zwischen die Verzäunungen von grünen Weiden Steine und läfst dann die Buschdecke weg; eine Construction, die bereits §. 76. erklärt ist. Vorzüglich giebt diese letztere Methode eine Sicherheit gegen den Angriff der Eismassen, insonderheit wenn das Holz angewachsen ist, was bereits im ersten Jahr geschieht.

SECHSTER ABSCHNITT.

a.) *Von der Conservation und der Benutzung der Deiche.*

b.) *Von den Vorsichtsmaafsregeln bey hohen Wasserständen, um Deichbrüche zu verhindern.*

c.) *Von den Mitteln, die Deichbrüche zu dichten und die Abschälung der Böschung und Krone wieder herzustellen.*

d.) *Von dem schnellen Abzapfen des Wassers aus einer grofsen überschwemmten Landschaft, und von der Art, wie die Deiche dazu eingerichtet seyn müssen,* — welches alles gleichfalls zum Deichbau gehört — ist bereits das Nöthige im 3. B. S. 103. u. s. w. abgehandelt worden und ich gehe daher gleich zu den andern hier rubrizirten Gegenständen über.

§. 91. *a.*) *Die Conservation oder Reparation der Deiche* mufs dergestalt besorgt werden: 1°. dafs der Deich stets seine,

mit Nummerpfählen alle 50 oder 100 Ruthen abgesteckte Höhe, und die im Besteck bestimmten Böschungen habe. 2°. Der Deich mufs alle Frühling von Unkraut und einzelnen Gesträuchen, so wie vom Treibzeuge gereinigt werden, damit das Gras aufkomme und eine gute Grünschwarte bilde. 3°. Auch müssen die Maulwürfe, Mäuse und Dächse, soviel es thunlich ist, weggefangen werden, und trift sich der Fall, dafs eine nicht zu vertilgende Anzahl von Mäusen sich in dem Deich anhäuft, so mufs man, indem das Wasser steigt, (aber nicht eher) die Mäuselöcher so schnell als möglich, zustampfen lassen, je nach der Wasserhöhe und ein paar Schuh über dieselbe hinauf. Dieses Mittels habe ich mich im Herbste 1801 mit dem besten Erfolge bedient. Am besten gelingt es, wenn man es vor Eintritt des Frostes anwendet, oder wie gesagt, bey steigendem Wasser. Zur Conservation der Deiche tragt es wesentlich bey, wenn längs dem Fusse des Deiches auf beiden Seiten ein 4 bis 8 Schuh breiter Erdsaum (*Deichrecht*) liegen bleibt, damit in den Deich hinein nicht geackert werde, und das Vieh nicht auf die Böschung laufe. Wo diese Böschungen steil d. i. etwa nur 2 schuhig sind und wo der Deich längs einer Viehtrift hinläuft, wird längs dem Deichrecht eine kleine Grube gemacht und in dieser (in der Queere) alle 30 Ruthen, eine Plankenwand, welche auch etwas über die Dossirung hinaufgeht und über das Deichrecht herunterlauft, 4 Schuh tief, an ein Queerholz in den Erdboden gesezt. Solche Queerwände verhindern das Vieh, aus der Trift auf den Deich zu gehn und man erspart dabey einen Holzzaun. Lebendige Zäune längs einer Viehtrift kommen aber leider nur selten auf.

§. 92. Sollen nun die Deiche erhöhet und verstärkt werden, so mache man die Anbermung oder Verstärkung wo möglich an einer und zwar an der innern Seite, wenn nehmlich der alte Deich recht fest und von guter Erde ist, auch eine hinreichende äufsere Böschung hat. Besteht er aber aus schlechter Erde, und ist derselbe locker und schlecht aufgefahren, so

hacke man seinen obern Theil auseinander; führe über ihn die Verstärkung hin, und zwar anfänglich mit Wagen, um den alten Deich zu komprimiren. Zuweilen wird man indessen wegen des Anfahrens der Deicherde genöthigt, die Anbermung an der vordern Seite zu machen. Dies kann auch geschehen, wenn Hofnung da ist, dafs sich diese neue Arbeit bald begrüne, wiewohl es besser ist, sie dem Wasser zu entziehen und die alte vordere Böschung ruhig liegen zu lassen, besonders wenn sie eine gute Grünschwarte hat oder wohl gar mit Steinen und Strohbekrampungen, oder mit einer Klaylage bedeckt ist, und wie schon oben erwähnt worden ist, hinreichende Böschung hat. Oefters mufs indessen die Verstärkung auf beyden Böschungen und über die Krone hin zugleich gemacht, und der alte Deich ganz in Erde eingehüllt werden, wenn nehmlich die Deicherde von beyden Seiten des Deiches gehohlt werden kann, und der cubische Inhalt einer solchen Verstärkung nicht so grofs ist, als wenn man sie an der innere oder vordere Seite allein anbrächte.

Zur Festigkeit des Deiches ist es alsdann wesentlich nöthig, dafs man die alten Böschungen oder den obern Theil des Deiches etwas aufhackt, herunterzieht, und die Verstärkungsmasse selbst gröfstentheils mit Wagen oder Pferde-Sturzkarrn auffahren läfst. Zuweilen kann man auch den alten Deich zum Theil zu einer zweckmäfsigen Verstärkung verwenden, wie Fig. 21. T. 84. zeigt. Viele der alten Deiche werden auch blos dadurch erhöhet werden können, wenn man auf ihre breite Krone einen Aufsatz bringt; denn die Krone braucht nicht so breit zu seyn, als sie gewöhnlich bey den alten Deichen ist, wie ich oben S. 51. gezeigt habe.

Bey einer solchen Erhöhung ist es jedoch zweckmäfsig, die Stellen des alten Deiches, worauf dieselbe angebracht wird, aufzuhacken oder umzupflügen, damit sich die Erdlagen gut verbinden. Auch sollte man die Arbeit im Frühling vornehmen und vollenden, damit die Verstärkung noch vor Winter begrüne, also eine feste Rasendecke oder Grünschwarte erhalte.

§. 93. So wie nun die Deiche, welcherley Art sie auch seyn mögen, stets gut konservirt werden müssen, so mufs man auch diejenigen Uferbauwerken, welche zu ihrem Schutze angelegt sind; in einem guten Stande zu erhalten suchen; denn ohne diese Maafsregel ist die Sicherheit des Deiches gefährdet.

§. 94. *Was die Benutzung der Deiche betrifft*, so mufs man *a.*) eine gute Grünschwarte zu erhalten suchen; *b.*) das Gras, welches auf den Deich wächst, mufs gemähet werden. *c.*) Auf Deichen, die aus einer fruchtbaren Erde aufgeführt sind, kann auch anfänglich Klee- und Heusaamen zugleich und zwar wo möglich im May gesäet werden. Heusaamen allein kann freylich den ganzen Sommer über mit Nutzen gesäet werden, besonders wenn die Witterung etwas feucht ist. In einigen Flufsgegenden findet auch der Gebrauch Statt, dafs auf neuen Deichstrecken zwischen dem Klee auch Hafer angesäet wird. *d.*) Wenige Deiche, das sind solche Deiche, die gröfsere als dreyschuhige Böschungen und breite Kronen haben, wird man beweiden lassen dürfen und zwar nur mit Schafen, weil sonst die Böschungen, so wie die Krone abgetreten wird, Vertiefungen erhält und die aufgelockerte Erde vom Regen bald abgespühlt wird. *e.*) Die Kopfweiden oder Pappeln, welche (nach S. 57.) auf der äussern Böschung stehen, müssen nicht über 12 bis 15 Fufs hoch gelassen werden, damit der Wind sie nicht losswackele oder wohl gar umwerfe. Sie werden dann alle 4 Jahre regelmäfsig geköpft. Da, wo kein starker Wind herrscht, kann man sie auch höher werden lassen.

§. 95. *b.*) *Die Vorsichtsmafsregeln bey hohen Wasserständen* bestehn nun im wesentlichen darin: 1°. dafs mittelst Deichwachen — die den Deich, je nach der Lokalität, besetzen und mit Feuergewehr versehen seyn, auch von den Ortsvorständen visitirt werden müssen — eine frevelhafte Durchgrabung oder Durchbohrung des Deiches verhindert wird. 2°. Dringt dann das Wasser durch den Deich stark durch (ein wenig durchsickern hat auf den Deich keine nachtheilige Folgen) so verstopfe man

die Oefnungen der vordern und hintern Seite zugleich mit Mist, mit fette oder Gartenerde und Rasen, und befestige diefs mit einer Faschinenbau-Lage.

Insbesondere wird aber die Zustopfung des Loches auf der vordern Böschung zweckmäfsig, weil das Stopfmaterial vom Wasser in die Oefnung hineingedrängt wird. Zuweilen kann man auch grofse leinene Tücher nehmen, an denselben Steine und Gewichte befestigen, und dieselben vor den Deich hinablassen. Auch können statt dieser Gewichte kleine Anker, welche in die Dossirung des Deiches eingreifen, unten an solche Tücher befestigt werden. In Holland bewahrt man diese Tücher in eigenen Magazinen auf (z. B. im Deichmagazin zu Spaarndam), oder man bedient sich an ihrer Statt auch wohl der Seegel von Fahrzeugen. Auch kann man sich derjenigen Tücher bedienen, worauf der Landmann den Rübesaamen ausdrescht.

Bey solchen hohen Wasserständen, die den Deich zu übersteigen drohen, schlägt man mitten auf der Krone oder etwas weiter vorwärts vier Schuh lange Pfähle ein paar Schuh tief ein, setzt Bretter davor, wirft Mist und Erde hinter diese Bretterwand. Und kann man zwey Wände schlagen und sie mit Erde füllen, so ist es besser. Sehr beschwerlich wird diese Arbeit, wenn der Deich gefroren ist, und man mufs alsdann zuweilen die Pfahllöcher mit Pfahleisen, die man glühend macht, vorstossen. Anstatt der Bretter kann man sich auch der Wippen bedienen, die dann $\frac{1}{2}$ bis 1 Schuh im Durchmesser stark gemacht, mit Pfählen aufgeheftet werden und hinter denen Erde oder Mist geworfen wird. Hat man zu diesen Arbeiten aber nicht Zeit, und die Erde ist aufgethauet, so wirft man eine Erderhöhung längs der innern Seite des Deiches, oder besser vorne auf und von der nächsten Erde, die man haben kann; selbst wenn sie im Nothfall von der innern Böschung des Deiches genommen werden müfste.

Es versteht sich, dafs zu solchen Notharbeiten ein Jeder augenblicklich Hand anlegen mufs, sobald der Deichsoffiziant es für nöthig findet. Leider geschieht dies aber nur selten; denn es

fehlt noch gar manchem Lande an einer zweckmäſsigen Deichordnung — die auch über die Deichbesichtigungen oder Deichschauen Bestimmungen enthalten muſs — wiewohl dessen Sicherheit von guten Deichen zum Theil abhängt. Hier und dort ist sogar mit allgemein guten in der Praxis bewährt gefundenen Maximen nicht einmal gedient: sondern der Schlendrian hat fast überall die Oberhand, und sucht jeden gemeinnützigen Vorschlag im Keime zu ersticken.

Verursacht das hohe Wasser an der äussern Böschung Einwühlungen, so muſs man diese Stellen augenblicklich zuerst mit Stroh, dann mit Faschinen und Wippen bedecken und mit Pfählen befestigen. Auf diese Weise werden solche Stellen gegen den Angriff des Stroms und der Wellen gesichert.

§. 96. *c.) Die Methoden, nach denen die Deichbrüche gedichtet und die Abschälungen der Dossirungen ausgebessert werden*, hängen gröſstentheils vom Lokale ab: denn anders muſs ein Kolck, der in den Erdboden hineingeht, oder ein Grundbruch gedichtet werden, anders ein bloſser Abbruch mehrere Schuh hoch über das Mayfeld und noch anders eine bloſse Abschälung des Deiches, wie auch ein erfolgter Bruch, der durchaus während der Zeit, daſs das Wasser ihn durchströmt, zuzudämmen ist. Welche Beschädigungen indessen auch wieder herzustellen seyn mögen, so muſs man sie jederzeit so schnell als möglich beginnen und zu vollenden suchen. Freylich ist dies dem Deichbaumeister nur alsdann möglich, wenn ihm die nöthigen Hülfsmittel akkordirt werden. Versagt man ihm diese aber, so treffen alle aus den Deichbeschädigungen erwachsenen Nachtheile die Regierung oder ihre Kollegia und Civilbeamten selbst.

Ist nun eine bloſse Abschälung der Krone oder der Deichböschungen erfolgt, so wird diese sogleich, wenn das Wasser so tief gefallen ist, daſs man die Deicherde dahin schaffen kann, ausgebessert; und zwar nach der oben gelehrten Methode, Deiche aufzuführen. Der abgeschälte Theil muſs auch erst von allen Schilfholz oder der ausgewaschenen lockern Erde, die un-

ter sich keine Verbindung hat, entblöſst werden. Der beschädigte Deichtheil muſs aber stets höher als der übrige Deich aufgeführt werden, eine Regel, die bey jeder andern Zudichtung gilt, weil sich solche ausgebesserte Deichstücke senken und durchaus dem Angrif und Ueberfall des zu erwartenden hohen Stroms nicht bloſsgestellt werden dürfen. Da, wo also eine solche Stelle dem Angrif eines hohen Sommerwassers und Wellenschlags ausgesezt ist (vom Winterwasser ist, wie schon mehrmahls erwähnt worden ist, nicht soviel für neue Deiche zu fürchten, weil der Frost in die Erde dringt) muſs man die vordere Böschung sogleich mit Rasen belegen.

Auf eben diese Weise wird auch ein Deichbruch, welcher nicht in den Boden hineingeht, gedeckt, sobald das Wasser verlaufen ist. Soll er aber zugedeicht werden, während daſs das Wasser ihn durchströmt, um die Ueberschwemmung von einer noch gröſsern Landschaft abzuwenden, so bleibt kein anderes Mittel übrig, als in den Bruch hinein bis zur Oberfläche des durchströmenden Wassers ein Faschinenwerk aufzuführen und sowohl dahinter als darauf einen Erddeich aufzuschütten; denn mit bloſser Erde läſst sich ein solcher Durchbruch nicht zudämmen. Auch führt man vor dem Durchbruche in einer Ausbiegung ein Faschinenwerk auf, und schüttet nachher im stillstehenden Wasser den Erddeich in der Richtung der Deichlinie auf, wo alsdann, wenn der Strom gefallen ist, das Faschinenwerk wieder weggenommen wird. Da ich vom ersten Fall unten noch mehr sagen werde, so übergehe ich hier das Detail davon. Beyde Fälle treten jedoch nur dann ein, wenn man durchaus genöthigt wird, den Durchbruch, während der Durchströmung, zuzudichten.

Soll aber lediglich verhindert werden, daſs der Durchbruch sich nicht erweitere, so werden die beyden in Abbruch stehenden Deichenden mittelst einer einstweiligen Plankenwand, Faschinenlagen, Horden, Leitern und Lacken oder Segeltüchern, die man darauf befestigt, jene mit Wippen, Pfähle u. dgl., diese mit angeknüpften Steinen oder Ankern erhalten.

Unter die Faschinen, Horden, Leitern und Segeltücher bringt man auch Mist und Stroh, welches sich in alle die Vertiefungen der Deichenden hineinlegt und so eine ebene Fläche, auf welcher das Buschholz liegen kann, bildet.

Vor den Deichbruch selbst und auch dahinter bringt man auch wohl, wo möglich, ein Sinkstück an, oder wirft mit Steinen gefüllte Senkfaschinen ein, um nur einen Grundbruch zu verhüten.

Grundbrüche müssen sogleich dauerhaft und zwar, sobald als thunlich ist, zugedämmt, keineswegs aber mit einstweiligen Fange- oder Nothdeichen umgeben werden: es sey dann, daſs dem Deichoffizianten die nöthigen Materialien zu einer solchen Durchdeichung fehlten. Diese Regel gründet sich darauf, daſs *a.*) ein solcher Nothdeich unnütze Kosten verursacht, die sich, wenn er rund um den Kolck gelegt wird, und die Höhe des Hauptdeiches, wegen des zu erwartenden Anschwellens des Stroms erreichen muſs, fast eben so hoch als die Erneuerung des Hauptdeiches belaufen. Muſs nun eine solche Durchdeichung in einem mäſsig tiefen und weiten Kolcke bewerkstelligt werden, wenn das hohe Wasser schon verlaufen ist, so ist es rathsam, den Kolck gänzlich mit Erde auszufüllen. Ist dessen Boden aber locker, so muſs zuerst unter dem Deichfuſse ein Faschinenwerk bis zur Höhe des Mayfeldes, gelegt werden.

Die beschwerlichste Dichtung durch einen Grundbruch findet dann Statt, wenn der Strom durch den Bruch noch mit einer groſsen Geschwindigkeit — etwa mit 4 bis 6 Fuſs Geschwindigkeit auf die Sekunde — einzieht. Begreiflich ist es, daſs sie nicht mit Erde allein bewerkstelligt werden könne und daſs man sich weder der groſsen Pfähle noch der Kistwerke bedienen dürfe, weil jene Hohlungen in dem Faschinenbau, worauf der Erdkörper zu liegen kömmt, und diese Höhlungen unter sich, verursachen. Ein solches Kistwerk war im Jahr 1799 im Darmstädtischen an einem Rheindeiche die Ursache von einem

grofsen Durchbruche. Ich liefs es daher vollends ausreissen, als der Deich wieder hergestellt wurde.

Einige haben dafür gehalten, dafs man solche Durchdeichungen aus zwey Faschinendämmen verfertigen und den Zwischenraum mit Erde ausfüllen müsse. Dies ist aber eine fehlerhafte Methode: *a.*) weil schmale Faschinendämme weder Dichtigkeit noch Stärke gewähren; *b.*) die Kosten gar sehr vermehren, indem man mit einem Faschinendamm, der um $\frac{1}{3}$ schmäler als zwey von jenen Dämmen ist, auskommen kann, da er noch immer stärker und dichter ist. *c.*) Wird dann zwischen zweyen Faschinendämmen der Erddeich aufgeschüttet, so setzt sich derselbe weit ungleicher, als wenn man ihn auf *einen* Faschinendamm legt, und er erhält nothwendig aus dieser Ursache leicht Risse und Spalten, durch welche, wenn man sie nicht bey Zeiten gewahr wird, der erste hohe Strom eindringt, und einen *neuen Durchbruch verursacht.*

Alle diese Nachtheile haben schon längst in Holland für die Durchdeichung mit einem Faschinendamm und gegen die Durchdeichung mit zwey solchen Dämmen entschieden. Auch habe ich im 2ten Band S. 228 eine der merkwürdigsten Durchdeichungen, die je in Holland gemacht worden sind, beschrieben und mit Zeichnungen erläutert. Also kann ich mich hier des Details wegen nur auf diese Beschreibung beziehn. Ich will daher nur im Allgemeinen noch Folgendes anmerken:

Schreitet man zur Aufführung einer solchen Durchdeichung, so werden zuerst vor den beyden Deichenden — und zwar mehrere Ruthen vom Bruche an — Bleswerke gelegt, deren Construction im 1sten Bande beym Flufsbau gezeigt worden ist. Mit diesen zwey Bleswerken verbindet man den eigentlichen Faschinen- oder Zuschlufsdamm. An derjenigen Seite, wo der Kolck am tiefsten ist, wird dieser Damm nach Art des am Rhein üblichen Faschinenbaues — dessen Construktion nicht nur im 1ten Bande dieses Werkes, sondern auch in der Ueb. 2te Aufl. gelehrt ist — aufgeführt. An dem seichtesten Ende des Kolcks

wird dann ein Sinkstück, in der Richtung des Dammes selbst, gelegt, welches mit Seile, Anker und Pfähle am Ufer befestigt und mit Ziegelgraus und anderm Materiale, ja mit Senkfaschinen, die mit Steinen gefüllt sind, beschwert wird. Dieses Sinkstück verhindert nehmlich das Auslaufen des Grundes, den es befestigt. Auf diese Weise kann von der entgegengesetzten Seite über den Kolck hin das Faschinenwerk ohne Anstand aufgebauet werden, welches man mit Kies, Mauerschutt und Ziegelgraus, sowohl in seinem Innern, als auf der Oberfläche beschwert, wie dies alles im 2. Bande S. 223. bey einer merkwürdigen Durchdeichung am Leckfluſs gezeigt worden ist.

Anstatt des Sinkstückes kann auch ein Faschinenbau den Anschluſs bilden, welcher freylich gut gemacht und zwar mit Senkfaschinen oder grobem Kies beschwert seyn muſs, um eine hinreichende Festigkeit zu erhalten. Ist dieser Faschinendamm bis zur Höhe des vorbeyziehenden hohen Stroms vollendet, mithin der Grundbruch geschlossen, so wird auf seinen beyden Böschungen Kiesel, Erde, Sand und Mauerschutt eingestürzt, welches dann auch zum Theil in den Busch hinein rieselt und die Zwischenräume so verstopft, daſs immer weniger Wasser durchdringt.

Wenn dies geschehen ist, wird nach und nach der Faschinendamm ganz in eine Erdmasse eingehüllt. Nach der vordern Seite und oberhalb wird die beste Deicherde genommen. Damit der Deich so fest als möglich werde, führe man ihn mit Pferde-Sturzkarrn oder mit Wagen auf.

Erstreckt sich der Kolck sehr weit vor den Deich hin und ist der Strom in des Kolckes Nähe, so ist es zweckmäſsig, in einiger Entfernung vor dem Deich, queer durch den Kolck einen kleinen Faschinendamm, als Schlickfänger, aufzuführen und diesen, so wie den ausgedeichten Kolck sobald als möglich mit solchen Erdweiden oder Pappeln zu bepflanzen, damit ihn der hohe Strom aufschlicke, oder, welches einerley ist, mit Fluſsschlamm ausfülle.

Solche, auf einen Faschinendamm gelegte Erddeiche werden sich wenig senken, welches die Erfahrung lehrt. So haben sich z. B. alle diejenigen Durchdeichungen von Grundbrüchen, welche ich längs dem Rhein und Mayn auf einen Faschinendamm habe gründen lassen, ganz gleichförmig und kaum $\frac{1}{39}$ der Höhe gesetzt. Da, wo zu beiden Seiten oder auch zu einer Seite des Deiches ein jäher tiefer Kolck bleibt, kann man des Faschinendammes nicht wohl entbehren, weil der Erddeich nicht Stabilität genug erhalten und nach beyden oder der einen Seite hin in den Kolck hinein gleiten würde. Der Faschinendamm mufs also wenigstens bis zum Mayfelde hinaufreichen. Kann man den Kolck an der einen Seite, seiner geringen Gröfse wegen, ausfüllen, so wird der Faschinendamm nach der entgegengesetzten Seite, aber immer gröfstentheils unter den Erddeich, gelegt.

Wo aber die Durchdeichung zu bewerkstelligen ist, während dafs der hohe Strom in den Deichbruch einstürzt, da mufs der Faschinendamm jederzeit nach der Stromseite zu gelegt werden, um dem Strome Widerstand zu leisten und damit der Deich in Zukunft nie unterwühlt werde.

SECHSTE ABTHEILUNG

DER

WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

Von den vorzüglichsten Maschinen und Vorrichtungen, die zur Hebung des Wassers aus Baustellen oder zu Austrocknungen welche zur Aufführung von wichtigen Wasserbauwerken, nöthig sind.

ERSTER ABSCHNITT.

HAUPTSÄTZE DER MASCHINENLEHRE IN EINER KURZEN SYSTEMATISCHEN ZUSAMMENSTELLUNG

von

dem Herrn Rath und Professor Langsdorff.

Vorerinnerung.

Leser, die mit dem Geiste dieses Werks bekannt sind, die es also von einem zum ersten Unterricht für Anfänger geschriebenen Lehrbuche zu unterscheiden wissen, also Leser, wie man sie für dieses Werk voraussetzen darf, werden nicht erwarten, daſs man sie hier erst, im 4. Bande, umständlich belehren wolle, was ein Hebel sey, worauf der Beweis des Gleichgewichts entgegengesetzter Kräfte am Hebel beruhe u. d. gl. Kurz, sie werden nicht wünschen, daſs man sie noch in diesem 4. Bande als Lehrlinge betrach-

te, denen die ersten Elementarkenntnisse fehlen. Vielmehr würde der Verf. dieser Abhandlung die Voraussetzung einer solchen Unkunde auf keine Weise zu rechtfertigen vermögen. Aber eine *systematische Zusammenstellung* hierher gehöriger Lehren, auf welche der mathematische Theil der hydraulischen Architectur gegründet ist, die dem praktischen Wasserbaumeister eine allgemeine Uebersicht der Principien gewährt, auf die er seine Arbeiten baut, und die ihm die aus den ersten Principien nach und nach abgeleiteten Resultate in einem leicht zu übersehenden Zusammenhange darstellt — eine solche systematische Zusammenstellung kann man mit Recht fodern; sie entspricht dem Zwecke dieses Werks, und sie ist das Ziel, das der Verf. in den folgenden Absätzen zu erreichen wünscht.

§. 1. A, B, C, Fig. 1. Tab. 92. seyen Punkte in einer Ebene, die in C befestiget ist, dafs sie sich zwar um diesen Punkt *drehen* aber keine *fortschreitende* Bewegung annehmen kann; an dem A sey eine Kraft P nach der Richtung AP, an dem B eine Kraft Q nach der Richtung BQ, so dafs AP, BQ in derselben Ebene liegen; macht nun die gerade PA mit der CA einen Winkel $= \alpha$, die QB mit der CB einen Winkel $= \beta$, so ist für die Bedingung des Gleichgewichts zwischen P und Q

$$P.AC.\sin.\alpha = Q.BC\sin.\beta$$

Daher

$$1.)\ P = \frac{Q.BC.\sin.\beta}{AC.\sin.\alpha}$$

$$2.)\ AC = \frac{Q.BC.\sin.\beta}{P.\sin.\alpha}$$

$$3.)\ \sin.\alpha = \frac{Q.BC.\sin.\beta}{P.AC}$$

Unmittelbar hieraus ergiebt sich auch

$$AC.(P.\sin.\alpha + Q.\sin.\beta) = AB.Q.\sin.\beta$$

Daher

$$4.)\ AC = \frac{AB.Q.\sin.\beta}{P.\sin.\alpha + Q.\sin.\beta}$$

92

Fig. 2.

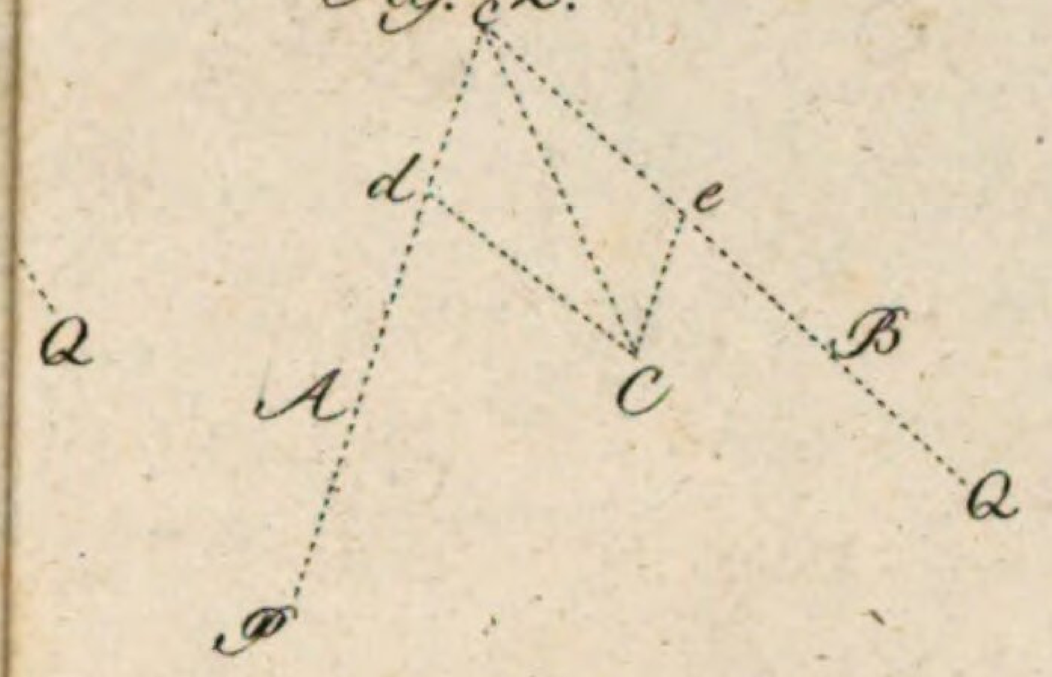


Fig. 3.

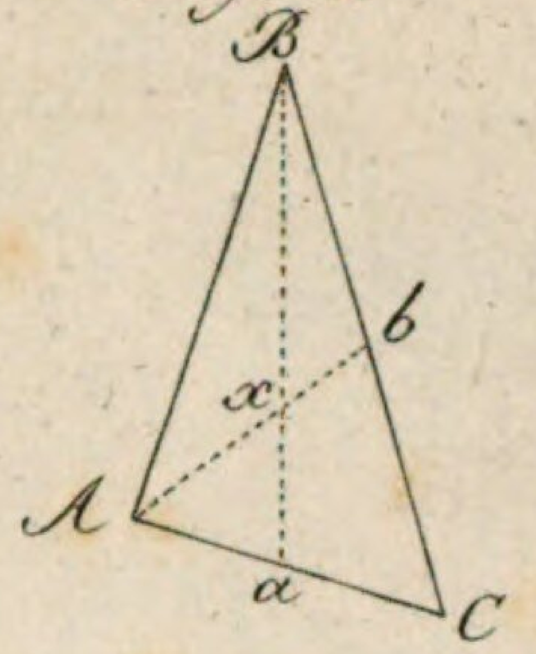


Fig. 5.

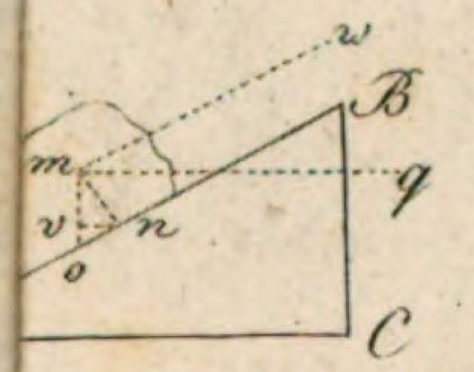


Fig. 6.

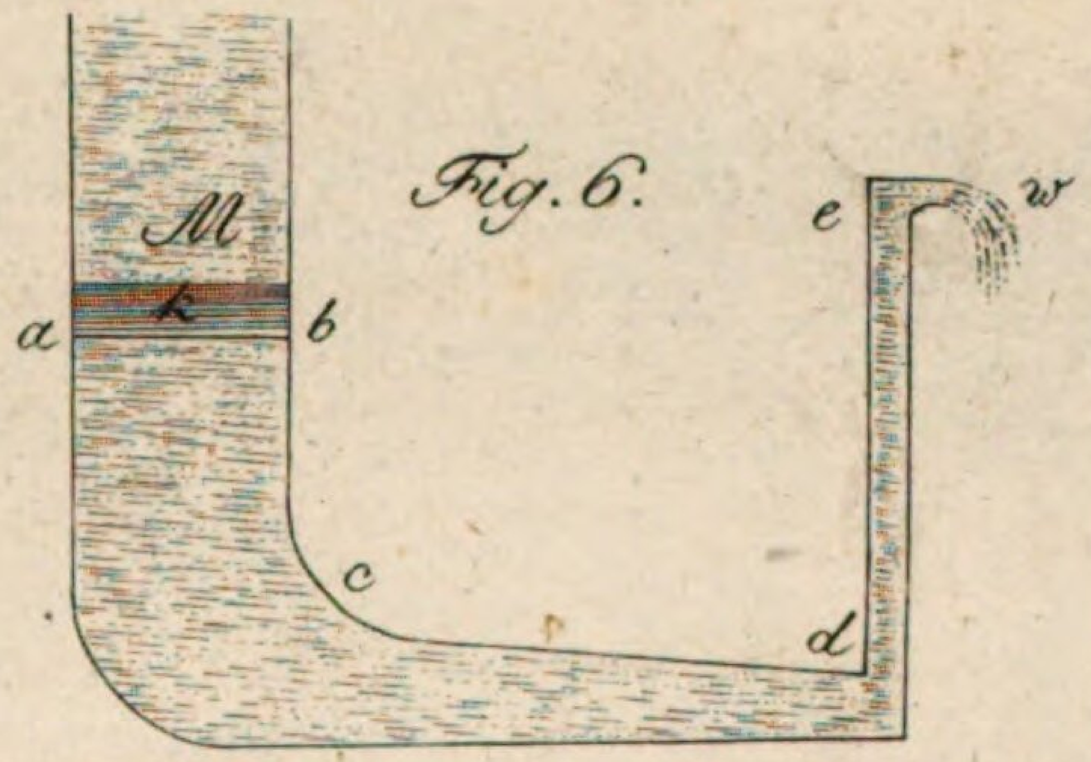
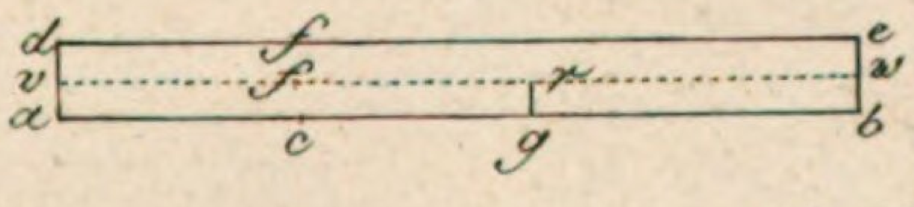


Fig. 8.



hinter der Seite 118 zum herausschlagen gebunden.

$$5.)\ AB = \frac{AC.(P.\sin.\alpha + Q\sin.\beta)}{Q.\sin.\beta}$$

$$6.)\ P = \frac{AB.Q.\sin.\beta}{AC.\sin.\alpha} - \frac{Q.\sin.\beta}{\sin.\alpha}$$

$$7.)\ \sin.\alpha = \frac{AB.Q.\sin.\beta}{AC.P} - \frac{Q\sin.\beta}{P}\ (*)$$

§. 2. Weil unter den Umständen (§. 1.) das ganze Dreieck *ACB* (Fig. 1.) in seinem Zustande beharren muſs, so gilt dasselbe auch von der geraden *AB*. Könnte sich nun diese um einen gewissen Punkt *c* drehen, so müſste zur Verhinderung dieser drehenden Bewegung vermöge (§. 1.)

$$P.\ Ac.\ \sin.\ PAB = Q.\ Bc.\ \sin.\ QBA$$

seyn, und daher

$$8.)\ Ac = \frac{Q.Bc.\sin.QBA}{P.\sin.PAB}$$

Demnach geht die *Linie des mittleren Drucks* sowohl durch *c* als durch *C*, deren Lage also durch N[ro.] 7 u. 8. bestimmt wird.

§. 3. Unter denselben Voraussetzungen wie §. 1. sey (Fig. 2.) in *A* die Kraft *P* nach *AP*, in *B* die Kraft Q nach *B*Q angebracht, so leidet die Ebene in der *A*, *C*, *B* liegen dieselbe Wirkung die Angriffspunkte von *P* und Q mögen wo man will in den verlängerten Richtungslinien *PA*, Q*B* liegen; also auch noch dann, wenn *P* und Q in dem gemeinschaftlichen Punkte *c* ihrer Richtungslinien angebracht wären. Nimmt man nun von *c* aus auf diesen Richtungslinien die *cd*, *ce* so, daſs *cd*: *ce* = *P*:Q, und verzeichnet hiernächst das Parallelogramm *cdCe*, *so ist die Diagonale cC nicht nur die Richtung sondern auch die verhältniſsmässige Gröſse der Linie des mittlern Drucks.*

Den Beweiſs findet man in jedem Kompend. der angew. Math.

(*) Die Gleichungen *BC*, *Q* und sin. *β* sind mit denen für *AC*, *P* und sin. *α* ganz einerlei, nur daſs diese Gröſsen mit einander verwechselt werden, daher ich solche allemal weglasse.

§. 4. Weil sich allemal die Gröſse einer bewegenden Kraft *R* durch eine willkührlich gezogene gerade Linie *cC* (Fig. 2.) ausdrucken läſst, so dient der vorige Satz zugleich, jede gegebene Kraft *R* in *Seitenkräfte* zu zerlegen, indem man sie durch eine willkührliche Linie *cC* ausdruckt, auf solcher ein willkührliches Dreieck *cdC* errichtet und dann das Parallelogramm *cdCe* vollends auszeichnet. Jetzt bezeichnen die Seiten *cd*, *ce* nach demselben Maasstabe die Seitenkräfte *P*, *Q*, nach welchem die *cC* die Gröſse der Kraft *R* bezeichnet. Es ist für die Ebene, in welcher der Punkt *c* liegt, völlig einerley, ob sie bloſs von der Kraft *R* oder von den beyden so bestimmten Seitenkräften *P* und *Q* zugleich angegriffen hingegen die *R* weggenommen wird.

§. 5. Da man unter einem *mathematischen Hebel* ein System von Punkten in einer festen, bloſs um einen Punkt drehbaren Ebene versteht, welche von Kräften in Richtungslinien, die in derselben Ebene liegen, so angegriffen werden, daſs sich solche einander zum Theil entgegenwirken, so erhellet aus (§. 1.), zugleich die Theorie des Hebels. Das Produkt $P.AC.\sin.\alpha$ oder $Q.BC.\sin.\beta$ ist *die Gröſse des Bestrebens zur Umdrehung* um den unverrückbaren Umdrehungspunkt *C*, oder das *statische Moment*. Die angegriffenen Punkte mögen nun mit dem Umdrehungspunkt *C* in einer einzigen geraden Linie liegen oder nicht, d. i. der Hebel mag ein *geradlinigter* oder ein *gebrochener* (ein *Winkelhebel*) seyn, so erhalten Kräfte; die an demselben einander entgegen wirken, einander im Gleichgewicht, wenn ihre statischen Momente gleich groſs sind.

§. 6. Denkt man sich in einem Körper einen Punkt, von welchem jede gerade Linie, sobald sie in die lothrechte Lage gebracht wird, eine *Linie des* von den Eindrücken der Schwere in die einzelen Theilchen des Körpers herrührenden *mittleren Drucks* wird; so denkt man den *Schwerpunkt* des Körpers. Denkt man sich ein schweres Dreieck *ABC*, und in demselben aus zweyen Spitzen *A*, *B* gerade Linien *Ab*, *Ba* gezogen, welche die entgegengesetzten Seiten *BC*, *AC* halbiren, so liegt der

Schwerpunkt sowohl in der Ba als in der Ab, also in ihrem Durchschnittspunkte x, und die Geometrie giebt

$$9.)\ Bx = \tfrac{2}{3} Ba,\ Ax = \tfrac{2}{3} Ab$$

Wäre nun $ABCD$ Fig. 4 ein schweres Trapez, und die Diagonale AC in a in zwey gleiche Theile getheilt, hierauf $Bx = \frac{2}{3} Ba$, und $Dy = \frac{2}{3} Da$ genommen, so fällt der gemeinschaftliche Schwerpunkt dieser beyden Dreyecke in die gerade xy z. B. in v; und wenn des Dreiecks ABC Inhalt $= a^2$, des Dreiecks ACD Inhalt $= b^2$ gesetzt wird, so ist vermöge (§. 1. Nro. 4.).

$$10.)\ xv = \frac{xy.\ b^2}{a^2 + b^2}$$

und hierdurch also der Schwerpunkt v des ganzen Vierecks bestimmt.

So giebt sich der Schwerpunkt von jedem Viereck, das man als schwer betrachtet.

Der *Schwerpunkt eines Prismas* liegt zwischen den Schwerpunkten beyder Grundflächen in der Mitte. Daher läſst sich der Schwerpunkt von allen prismatischen Körpern auf diese Weise bestimmen.

§. 7. Aus dem Vorstehenden ergeben sich sehr leicht die verschiedenen Pressungen eines Körpers auf einer *schiefen Ebene*, und die Bedingungen, unter welchen er durch eine andere Kraft auf der schiefen Ebene ruhig erhalten werden kann. Weil es genug ist, nur des Körpers M (Fig. 5.) Schwerpunkt m zu betrachten, so genügt es auch, hier statt der schiefen Ebene blos die Hypothenuse AB über der horizontalen Grundlinie AC des rechtwinklichten Dreiecks ABC zu betrachten, unter der Voraussezzung, daſs BAC den Winkel bezeichnet, welchen die schiefe Ebene mit dem Horizont macht. Aus der Zerlegung der Kräfte (§. 4.) ergiebt sich nun, wenn des Körpers M Gewicht $= P$ ist, und nun das daraus entstehende senkrechte Streben nach $mn = S$ und das der Ebene parallele Streben nach $no = p$ gesetzt wird,

$$11.)\ S = P.\ \cos. A.$$

$$12.)\ p = P.\ \sin. A.$$

Wirkt eine bewegende Kraft R auf den Körper M parallel mit AC, und zieht man nun nv der AC gleichlaufend, so entsteht aus dem Druck R ein Streben nach $on = \frac{vn}{on}.R$; heiſst also dieses nach on erfolgende Streben q, so hat man

$$13.)\ q = R.\ \cos. A.$$

Für den Fall des Gleichgewichts oder der Ruhe des Körpers M muſs im letzten Falle $q = p$ seyn, also

$$14.)\ P. \sin. A = R. \cos. A.$$

und

$$15.)\ R = P.\ \text{tang}. A.$$

Hierbey ist die Reibung bey Seite gesetzt.

§. 8. Die Hinderniſs der Reibung beträgt einen aliquoten Theil des senkrechten Drucks, wenn sie also durch φ ausgedruckt wird, so kann man

$$16.)\ \varphi = \mu. S.$$

für alle Fälle setzen, wo S den senkrechten Druck bezeichnet, und μ den erwähnten aliquoten Theil also einen eigentlichen Bruch bedeutet. Diese Hinderniſs ist übrigens nach der Richtung zu verstehen, welche mit der Richtung des senkrechten Drucks einen rechten Winkel macht. Soll daher diese Hinderniſs nach einer Richtung verstanden werden, die mit der Richtung des senkrechten Drucks einen Winkel α macht, so hat man allgemein

$$17.)\ \varphi = \mu.\ S.\ \sin. \alpha.$$

Wird ein Körper K durch den Druck eines andern k in einer gewissen Zeit durch den Weg v vorwärts gedruckt, indeſs er auf der druckenden Fläche des k den Weg V durchlauft, so kann dabey der Winkel α veränderlich seyn. Für diesen Fall kann man nach der Formel

$$18.)\ \varphi = \mu.\ S.\ \frac{V}{v}$$

rechnen, welche für die ganze Zeit der Bewegung den mittleren Werth von φ angiebt, nämlich die Hinderniſs, welche zum

Widerstande, den K der Bewegung entgegensetzt, noch addirt werden muſs, um den gesammten Widerstand von K mit Inbegriff der Reibung zu haben.

§. 9. Heiſst also die Kraſt, welche nach mw (Fig. 5.) parallel mit AB angebracht, nicht nur das abgleitende Streben des Körpers sondern auch die Hindernifs der Reibung aufheben soll, K, so hat man aus (Nro. 11, 12 u. 16.)

$$19.)\ K = P.\ \sin.\ A + \mu.\ P.\ \cos.\ A$$

Und wenn die Kraſt, welche nach mq der horizontalen AC gleichlaufend angebracht nicht nur das abgleitende Streben des Körpers, sondern auch die Hindernifs der Reibung aufhebt, mit R bezeichnet wird, so leidet die schiefe Ebene 1°. den von P, 2°. den von R herrührenden senkrechten Druck; beider Summe ist

$$P.\ \cos.\ A + R\ \sin.\ A$$

Also erhält man mit Rücksicht auf die Reibung statt (N°. 14.) jetzt

$$P.\ \sin.\ A + \mu\,(P.\ \cos.\ A + R.\ \sin.\ A) = R.\ \cos.\ A$$

oder

$$20.)\ R = \frac{P.\ (\sin.\ A + \mu.\ \cos.\ A)}{\cos.\ A - \mu.\ \sin.\ A.}$$

Schneidet aber die mq die AB unter irgend einem Winkel α; so hätte man noch allgemeiner

$$21.)\ R = \frac{P.\ (\sin.\ A + \mu.\ \cos.\ A)}{\cos.\ \alpha - \mu.\ \sin.\ \alpha.}$$

§. 10. *Ruhe* eines Körpers setzt voraus, daſs alle auf ihn wirkende Kräſte unter einander im Gleichgewicht stehen oder ihre Wirkungen gegenseitig aufheben. Wird eine dieser zum Gleichgewicht vereinten Kräſte auf einen oder mehrere Augenblicke aufgehoben, so kann das Gleichgewicht nicht mehr bestehen, es erfolgt *Bewegung*, die so lange zunimmt, bis die Ursache, wodurch eine (oder auch mehrere) von den zum Gleichgewicht vereint gewesenen Kräſten beseitiget oder unwirksam gemacht wurde, wieder verschwindet. Im Augenblick dieser

verschwindenden Ursache wird sogleich das Gleichgewicht aller auf den jetzt in Bewegung gesetzten Körper wirkenden Kräfte wieder hergestellt, so dafs sie bey gegenseitiger Aufhebung ihrer Wirkung weiter keinen Einflufs auf den Zustand des in Bewegung gesetzten Körpers haben können, daher die in diesem Augenblick eingetretene Bewegung ihrer Gröfse nach ungeändert fortdauern mufs, so lange *im Verhältnifs der Kräfte* keine Veränderung erfolgt. Diesen Satz nennt man kurz das *Gesetz der Trägheit* oder besser das *Gesetz der Beharrlichkeit*; nach welchem nämlich der Zustand eines Körpers ungeändert bleibt, so lange nicht Veränderung im Verhältnisse der auf den Körper wirkenden Kräfte erfolgt.

§. 11. Die Bewegung eines blofs nach dem Gesetze der Beharrlichkeit sich fortbewegenden Körpers, der also in gleichen Zeittheilchen gleiche Räume durchlauft, heifst die *gleichförmige*; und der Raum, den ein Körper bey einer festgesetzten gleichförmigen Bewegung in einer bestimmten Zeit durchlauft, heifst seine *Geschwindigkeit.* Wo nichts ausdrücklich erinnert wird, versteht man unter der bestimmten Zeit immer eine Sekunde, also unter der Geschwindigkeit den in einer Sekunde gleichförmig durchloffenen Raum. Ist also in diesem Sinne die Geschwindigkeit eines Körpers $= c$, der in t Secunden durchloffene Raum S, so ist für die gleichförmige Bewegung

22.) $S = c.\ t;$

23.) $c = \frac{S}{t};$

24.) $t = \frac{S}{c}.$

§. 12. Veränderung im Verhältnisse der auf die Theilchen eines Körpers wirkenden Kräfte ist auf verschiedene Weise möglich: 1°. Wenn die Summe von Kräften, die auf eine bestimmte Summe von Körpertheilchen wirkt, in Umstände kommt; wo sich *blofs die Menge von Körpertheilchen* ändert, in welche jene Kräftensumme wirkt; 2°. wenn sich *blofs die Summe von*

Kräften ändert, die auf eine bestimmte Summe von Körpertheilchen wirkt; 3°· wenn sich Menge von Körpertheilchen und die Summe der darauf wirkenden Kräfte *beyde zugleich aber in ungleichem Verhältnisse* ändern.

§. 13. Für die Gröſse der Eindrücke, durch welche Kräfte einen Körper in Bewegung gesetzt haben, giebt es kein anderes Maas, als die Menge einfacher Ortsänderungen, zu welchen die gesammten Körpertheilchen bestimmt worden sind, die sie nämlich in einer bestimmten Zeit z. B. in einer Sekunde machen müssen. Die Menge dieser einfachen Ortsänderungen hängt nun sowohl von der Menge der jedem einzelnen Körpertheilchen zukommenden Ortsänderungen als von der Menge dieser Körpertheilchen ab. Daher ist das Produkt aus der Geschwindigkeit des Körpers in die Menge seiner Theilchen oder auch in das (dieser Menge proportionale) Gewicht des Körpers eine Verhältniſszahl für die Gröſse der von einem bewegten Körper aufgenommenen Eindrücke, die sein Streben zur Forsetzung der Bewegung oder sein *Bewegungsvermögen* bestimmen. *Dieses Produkt heiſst daher auch die Gröſse der Bewegung des Körpers.*

§. 14. Ohne Aenderung der zur Bewegung vereinten Kräftensumme ist keine Aenderung in der Gröſse der Bewegung möglich. Diese kann also im ersten Falle (§. 12.) nie abgeändert werden, wenn gleich das Verhältniſs der auf die Theilchen eines bewegten Körpers wirkenden Kräfte wirklich abgeändert wird. Wenn ein harter Körper *A* in seiner Bewegung einen andern *B* nach einer Richtung trifft, die durch beyder Schwerpunkte durchgeht, der Schwerpunkt des *B* aber in diesem Augenblick ruhig und so liegt, daſs im Augenblick des Stoſses alle auf ihn wirkende Kräfte, auſser den mit dem Stoſse verbundenen, im vollkommenen Gleichgewicht sind, so kann der Summe von Kräften, welche den *A* treiben, im Augenblick des Stoſses nichts entgehen, weil in dem *B* schon alle Kräfte unter einander sich aufheben, also keine der in *A* wirkenden Summe entgegenwirken könnte. Die Gröſse der Bewegung, welche mit den von *A* aufgenomme-

nen Eindrücken verbunden ist, kann also durch den Stoſs an den B auf keine Weise abgeändert werden. Wenn daher seine Geschwindigkeit im Augenblick des Stoſses C heiſst, und die Gewichte von A und B gleichfalls mit A und B bezeichnet werden, so ist die Gröſse der Bewegung, welche vor dem Stoſs $= C.A$ war, auch noch nach dem Stoſse $= C.A$.

Aber nach dem Stoſse kommt der Körper B mit in Bewegung, er muſs jetzt mit dem A gleiche Geschwindigkeit annehmen; die mit jener Kräftensumme verbundene Geschwindigkeit C muſs daher im Augenblick des Stoſses in eine andere c abgeändert werden, die nun der Summe von Körpertheilchen $A + B$ zukommt, so daſs die jetzige Gröſse der Bewegung der vor dem Stoſse gleich bleibt. Daher hat man

25.) $(A + B).\, c = A.C$

26.) $c = \frac{A.C}{A + B}$

Wäre der Schwerpunkt von B selbst schon nach der Richtung, nach welcher sich der von A bewegt, in Bewegung und seine Geschwindigkeit $= \mathfrak{C}$, so hätte man für den Augenblick, da der A den B einhohlt, wenn jetzt die gemeinschaftliche Geschwindigkeit von beiden wiederum c heiſst,

27.) $(A + B).\, c = A\,.\,C + B.\,\mathfrak{C}$

28.) $c = \frac{A.\,C + B.\,\mathfrak{C}}{A + B}$ (*)

Im zweiten Falle (§. 12.) kann die Veränderung im Verhältnisse der auf die Theilchen eines bewegten Körpers wirkenden Kräfte auf eine doppelte Weise erfolgen: 1.) Die Eindrücke, welche den Körper zur Fortsetzung seiner Bewegung bestimmen, können während der Bewegung selbst eine Vermehrung erhalten, wenn jene Eindrücke einer Kraft von Augenblick zu Augenblick von neuem wiederhohlt werden, ohne wieder aufgehoben zu werden. Nämlich gleiche entgegengesetzte Eindrücke

(*) Die Betrachtung vom Stoſse *elastischer* Körper ist hier entbehrlich.

heben einander auf. Unsere Schwere macht in die Theilchen eines Körpers in jedem Augenblicke neue Eindrücke, liegt der Körper auf einer festen Tafel, so wird jeder Eindruck durch die Gegenwirkung der Tafel wieder aufgehoben, so daſs die Tafel in jedem Augenblick nur den erfolgenden gleichzeitigen Eindrücken der in die Körpertheilchen wirkenden Schwere zu widerstehen hat. Befindet sich aber der Körper in einem ganz freien Zustande, und erhält er in diesem Zustande Eindrücke unserer Schwere, so wird er dadurch nicht nur zur Bewegung also zur Aenderung seines Zustandes bestimmt, sondern er muſs auch seinen schon veränderten Zustand von Augenblick zu Augenblick aufs neue verändern, insofern er von Augenblick zu Augenblick neue Eindrücke der Schwere empfängt, die durch keine entgegengesetzte Eindrücke wieder aufgehoben werden. So lange also dieses Statt findet, muſs er seine Bewegung nach der Richtung der Schwere fortsetzen, und die von ihm aufgenommene Summe von Eindrücken der Schwere muſs während der Bewegung immer gröſser werden, also seine Geschwindigkeit und Gröſse der Bewegung immer zunehmen.

Umgekehrt kann einem Körper durch einen Wurf eine Summe von Eindrücken nach einer der Schwere entgegengesetzten Richtung mitgetheilt werden, dem nun die Schwerkraft beim Aufsteigen so entgegen wirkt, wie vorhin die Tafel der in den darauf liegenden Körper wirkenden Schwere entgegen wirkte, so daſs von Augenblick zu Augenblick ein Theil der dem Körper mitgetheilten Summe von Eindrücken aufgehoben wird, bis endlich alle ihm anfänglich gegebene Eindrücke völlig verschwinden. In diesem Augenblick wird die Gröſse seiner Bewegung $= 0$, und die fortgesetzten Eindrücke der Schwere treiben ihn nunmehr wieder nieder.

§. 16. Zur Vorstellung des 3ten Falls (§. 12.) dient (Fig. 6.) *k* sey ein Kolben, der an der in der Röhre *abcde* befindlichen Wassermasse anliegt. Der Raum *M* über dem Kolben bleibe durch beständigen Zufluſs immer ganz mit Wasser angefüllt des-

sen Gewicht viel gröſser sey, als die Hindernisse, die ihm der Kolben und das Wasser entgegensetzt, und die ich einem Gewichte m gleichsetzen will. Die Wassermasse M fängt also mit einer Summe von Eindrücken an zu sinken, die durch $M - m$ ausgedruckt wird. Während dem Sinken werden aber nach dem vorigen §. diese Eindrücke immer mehr und so lange als die Bewegung dauert vervielfältigt, also die Kräftensumme vergrössert. Weil aber beim Sinken des Kolbens das Wasser bei w beständig ablauft, so wird zugleich die Wassermasse unter dem Kolben also die Summe der in Bewegung gesetzten Körpertheilchen beständig vermindert. Hier werden also die Eindrücke auf die Wassertheilchen unter dem Kolben während dem Sinken desselben aus einem doppelten Grunde immer mehr vervielfältigt. Auch könnte Vergröſserung der Eindrücke oder der zur Bewegung verwendeten Kräftensumme noch aus einem dritten Grunde erfolgen, wenn nämlich während der Bewegung m kleiner also $M - m$ gröſser würde.

§. 17. Alle diese verschiedenen Fälle (§. 11 u. 12.) können bey Maschinenbewegungen vorkommen. Es kann nämlich nach Verschiedenheit der Umstände das Verhältniſs der auf die einzelnen in Bewegung gesetzten Massen wirkenden Kräfte entweder durchaus während der Bewegung ungeändert bleiben, oder es kann Veränderung dieses Verhältnisses während der Bewegung eintreten. Im ersten Falle bleibt der Gang der Maschine *gleichförmig*, im letztern wird er *ungleichförmig*. Im ersten Falle kann also nur Erhaltung einer einmal aufgenommenen Summe von Eindrücken die Rede seyn, bey der die Bewegung blos nach dem Gesetze der Beharrlichkeit fortgesetzt wird also alle auf die verschiedenen Theilchen wirkenden Kräfte sich völlig aufheben, so daſs eben darum keine Aenderung ihres jetzigen Zustandes möglich ist. Im andern Falle muſs die Bewegung der Maschinentheile, woferne die Maschine im Gang bleiben und nicht ins Stocken kommen soll, nothwendig *abwechselnd* fortdauern, d. h. die Geschwindigkeit bald gröſser bald kleiner werden. Beständige Zu-

nahme kann so wenig als beständige Abnahme der Geschwindigkeit statt finden, weil es in jenem Falle für die Schnelligkeit der Maschine keine Gränzen gäbe, und in diesem die Maschine gegen ihre Bestimmung bald zum Stillstand kommen müfste. Daher ist zur richtigen Kenntnifs der Maschinen Bekanntschaft mit den Gesetzen, nach welchen Aenderung der Geschwindigkeit bewegter Massen von dem Verhältnisse der Kräften und der Massen abhängt, durchaus unentbehrlich. In dieser Abhandlung kann aber blofs von den hierher gehörigen allgemeinen Gesetzen die Rede seyn, ohne auf die besondern Verbindungen und Formen Rücksicht zu nehmen, in welchen einzele Massen zur Anordnung bestimmter Maschinen zusammengesetzt seyn können.

§. 18. Die Kraft, welche einen Körper oder eine Summe von Körpertheilchen zur Bewegung bestimmt, sey eine *absolute unveränderliche* Kraft, d. i. eine solche, die jedem Körpertheilchen, es mag noch ruhen oder sich schon in Bewegung befinden, in gleichen Zeittheilchen gleiche Eindrücke mittheilt, so wird der Körper, oder jedes seiner Theilchen vermög des aufgenommenen Eindrucks der Kraft, im 1ten Zeittheilchen ein Raumtheilchen $= 1$ durchlaufen; im 2ten Zeittheilchen vermöge der Beharrlichkeit (ohne neuen Eindruck) wiederum einen Raum $= 1$, und vermöge des neuen Eindrucks gleichfalls einen Raum $= 1$, also in diesem 2ten Zeittheilchen einen Raum $= 2$; eben so im 3ten Zeittheilchen vermöge der Beharrlichkeit (oder der schon erlangten Geschwindigkeit) einen Raum $= 2$, und wegen des dritten Eindrucks noch den Raum $= 1$, also im 3ten Zeittheilchen einen Raum $= 3$ u. s. w. Demnach in m Zeittheilchen den Raum

$$1 + 2 + 3 + 4 - - - - + m = \frac{(m + 1) . m}{2}$$

Eben so in n Zeittheilchen den Raum

$$1 + 2 + 3 + 4 - - - - + n = \frac{(n + 1) . n}{2}$$

Heifst also der in m Zeittheilchen durchloffene Raum s, der in n Zeittheilchen durchloffene S, so hat man

$$s : S = \frac{(m+1).m}{2} : \frac{(n+1).n}{2}$$
$$= (m+1).m : (n+1).n$$

Weil nun für jeden bemerkbaren Zeitraum die Zahlen m und n ungeheuer grofs angenommen werden müssen, so dafs wir ihre Gröfse durch keine Zahl auszudrucken vermögen, so ist das Verhältnifs $(m+1).m:(n+1).n$ mit dem $m^2 : n^2$ für gleichgeltend zu nehmen, also

$$s : S = m^2 : n^2$$

wenn s, S bemerkbare Räume oder Räume von angeblicher Gröfse sind.

Werden also die Zeiten, in welchen die Raume s, S durchloffen werden, durch t, T ausgedruckt, so hat man allgemein

$$29.)\ s : S = t^2 : T^2$$

§. 19. In n Zeittheilchen ist der durchloffene Raum

$$S = \frac{n^2}{2} \ (\S.\ 18.)$$

sobald S sich auf einen angeblichen Raum bezieht; der Körper hat im n^{ten} Zeittheilchen n Raumtheilchen durchloffen; er würde also blofs vermöge der Beharrlichkeit im $n+1^{ten}$ Zeittheilchen gleichfalls n Raumtheilchen, oder in den folgenden n Zeittheilchen $n \times n$ Raumtheilchen durchlaufen, d. i. den Raum $2S$ mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Demnach ist die am Ende von n Zeittheilchen oder am Ende der Zeit T erlangte Geschwindigkeit $= \frac{2S}{T}$ (§. 11. N^ro. 23.); heifst also die am Ende der Zeit T erlangte Geschwindigkeit C, so hat man

$$30.)\ C = \frac{2S}{T}$$

wo T die Anzahl von Sekunden bedeutet, in welcher der Körper den Raum S durchloffen hat.

Bezeichnet man nun den in einer Sekunde durchloffenen Raum mit $\mathfrak{g}$, und schreibt also 1 statt T, so hat man

31.) $C = 2\mathfrak{g}$

für die Geschwindigkeit des Körpers am Ende der ersten Sekunde.

Eine unveränderliche absolute Kraft macht in gleichen Zeiten gleichviele neue Eindrücke also Aenderungen der Geschwindigkeit. Wenn also die in der Zeit t (d. h. in t Secunden) bewirkte Geschwindigkeit mit c bezeichnet wird, so hat man $1 : t = C : c = 2\mathfrak{g} : c$, daher

32.) $c = 2\mathfrak{g} . t$

Wenn der in t Sek. durchloffene Raum mit s bezeichnet wird, so hat man vermöge (29.) $s : \mathfrak{g} = t^2 : 1$ also

33.) $s = t^2 . \mathfrak{g}$

und

34.) $t = \sqrt{\frac{s}{\mathfrak{g}}}$

Auch aus (32.) 35.) $t = \frac{c}{2\mathfrak{g}}$

Daher aus (34 und 35.) $\frac{c^2}{4\mathfrak{g}^2} = \frac{s}{\mathfrak{g}}$, oder

36.) $s = \frac{c^2}{4\mathfrak{g}}$; 37.) $c = 2\sqrt{\mathfrak{g} . s}$

Hat der Körper in dem Augenblick, da die unveränderliche absolute Kraft nach einer bestimmten Richtung zu wirken anfängt, schon eine Geschwindigkeit v nach derselben Richtung und heiſst nun seine Geschwindigkeit nach t Sek. von jenem Augenblick an V, so ist

38.) $V = v + 2t\mathfrak{g}$

Heiſst der in diesem Falle in der Zeit t durchloffene Raum S, so ist (22 und 33)

39.) $S = tv + t^2 . \mathfrak{g}$

und

40.) $t = -\frac{v}{2\mathfrak{g}} + \sqrt{\left(\frac{S}{\mathfrak{g}} + \frac{v^2}{4\mathfrak{g}^2}\right)}$

Ist die anfängliche Bewegung der, nach welcher die absolute Kraft wirkt, entgegengesetzt, so wird

$$41.)\ V = v - 2t\mathfrak{g}$$

und der Körper kann nur eine bestimmte Zeit hindurch der anfänglichen Bewegung folgen, bis nämlich $v - 2t\mathfrak{g} = 0$ also $v = 2t\mathfrak{g}$ wird, worauf er dann seine rückkehrende Bewegung anfängt. Heifst also der ganze nach der anfänglichen Richtung bis zum Anfang der rückkehrenden Bewegung durchloffene Weg W, so hat man aus (39) $W = t \cdot 2t\mathfrak{g} - t^2\mathfrak{g}$, d. i.

$$42.)\ W = t^2 \cdot \mathfrak{g}$$

Dieses ist derselbe Weg, den der Körper in der Zeit t mit der rückkehrenden Bewegung durchlauft (Nro. 33.)

Die Zeit, welche der Körper braucht, um den ganzen Weg nach seiner anfänglichen Richtung zu durchlaufen, giebt sich aus dem vorhergehenden Werthe $v = 2t\mathfrak{g}$, nämlich $t = \frac{v}{2\mathfrak{g}}$; weil nun auch $W = t^2 \cdot \mathfrak{g}$ oder $t = \sqrt{\frac{W}{\mathfrak{g}}}$ ist, so hat man auch

$$43.)\ W = \frac{v^2}{4\mathfrak{g}}$$

d. i. der vom Körper vermöge der Anfangsgeschwindigkeit v nach einer der absoluten Kraft entgegengesetzten Richtung durchloffene Raum ist dem Raume gleich, welchen derselbe Körper, blofs von der absoluten Kraft getrieben, durchlaufen müfste, um die Geschwindigkeit v zu erlangen (35).

§. 20. Die verhältnifsmäfsige Summe von Eindrücken, welche eine absolute Kraft in einer bestimmten Zeit in die Theilchen eines Körpers macht, wodurch sie also alle zu gleichen Geschwindigkeiten bestimmt werden, heifst die in den Körper wirkende *beschleunigende* Kraft, die dann eine *verneinte* oder eine *verzögernde* Kraft wird, wann sie einer anfänglichen Geschwindigkeit entgegengesetzt ist, wie bey der Bewegung durch den Raum W im vor. §. Die Summe gleichzeitig erfolgender

Eindrücke, die dem Körper mit einmal beygebracht werden, heiſst die in den Körper wirkende oder die dem Körper beiwohnende *bewegende Kraft.* Weil die Gröſse der beschleunigenden Kraft der Summe von Eindrücken, die sie in einer bestimmten Zeit macht, proportional seyn muſs, diesen aber wiederum die Geschwindigkeit proportional ist, welche in einer bestimmten Zeit hervorgebracht wird, so ist bey einer unveränderlichen absoluten Kraft die beschleunigende Kraft auch dem Werthe von $2\mathfrak{g}t$ (N[ro.] 32.) also schlechtweg dem Werthe von $\mathfrak{g}$ proportional. Daher kann man $\mathfrak{g}$ als das Maas der beschleunigenden Kraft betrachten. Man nennt auch $\mathfrak{g}$ die *Beschleunigung.*

Wirkt eine bestimmte beschleunigende Kraft K in eine Masse $\mathfrak{K}$ so, daſs sie, woferne $\mathfrak{K}$ sonst ganz frey ist, diese Masse in 1 Sek. durch den Raum g zu treiben vermag, indeſs eine andere k dieselbe Masse durch den Raum $\mathfrak{g}$ treiben würde, so hat man

$$44.)\ K : k = g : \mathfrak{g}$$

oder

$$45.)\ \mathfrak{g} = \frac{k}{K} \cdot g$$

Hätte man verschiedene Massen $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{k}$, in welche einerley bewegende Kraft wirkte, die ich mit B bezeichnen will; so kann man sich die Masse $\mathfrak{K}$ aus n Körpertheilchen zusammengesetzt denken; es wäre also jeder einzelne Eindruck

bey einem Theilchen von $\mathfrak{K} = \frac{B}{n}$

$$\text{- - - - - - - - - - - - - - -}\ \mathfrak{k} = \frac{B}{\frac{\mathfrak{k}}{\mathfrak{K}} \times n} = \frac{\mathfrak{K}}{\mathfrak{k}} \cdot \frac{B}{n}$$

und das Verhältniſs dieser Eindrücke $= 1 : \frac{\mathfrak{K}}{\mathfrak{k}} = \mathfrak{k} : \mathfrak{K}$ oder das umgekehrte Verhältniſs der Massen. Es würde sich also auch für jede bestimmte Zeit die Summe der Eindrücke auf $\mathfrak{K}$ zur Summe von Eindrücken auf $\mathfrak{k}$ verhalten wie $\mathfrak{k} : \mathfrak{K}$. Wenn

demnach K, k die in $\mathfrak{K}$, $\mathfrak{k}$ wirkende beschleunigende Kräfte bezeichnen, so hat man bey gleichen bewegenden Kräften auch

$$46.)\ K : k = \mathfrak{k} : \mathfrak{K}$$

und daher, wenn die von $\mathfrak{K}$ und $\mathfrak{k}$ herrührenden Beschleunigungen mit g und $\mathfrak{g}$ bezeichnet werden, bey einerley bewegenden Kräften

$$47.)\ g : \mathfrak{g} = \mathfrak{k} : \mathfrak{K}$$

und

$$48.)\ \mathfrak{g} = \frac{\mathfrak{K}}{\mathfrak{k}} \cdot g$$

wo $\mathfrak{K}$ die zu g und $\mathfrak{k}$ die zu $\mathfrak{g}$ gehörige Masse ist, so daſs beiden gleiche bewegende Kraft zukommt.

§. 21. Allen Erfahrungen gemäſs ist unsere Schwere eine absolute Kraft, die zugleich auch in nicht beträchtlich verschiedenen Entfernungen vom Erdmittelpunkte als unveränderlich angenommen werden kann, so daſs man sie ohne merkbaren Fehler bey allen Anwendungen auf Maschinenbewegung als eine unveränderliche absolute Kraft ansehen kann, die einen übrigens völlig freien Körper, in der ersten Sekunde durch einen Raum von 15,625 rhl. Fuſse durchtreibt. Daher sind in (§. 19.) alle Formeln enthalten, die mit dem Gesetze des freien Falles schwerer Körper zusammen hängen, indem man darin statt $\mathfrak{g}$ nur die Zahl 15,625 setzt, wenn alles in Fuſsen (rhl.) ausgedruckt wird. Man bedient sich auch allgemein des Buchstabens g statt dieser Zahl. Wird, wie nun hier allemal geschieht, diese Bedeutung von g beibehalten, so ergiebt sich aus (§. 20.) das Verhältniſs einer jeden andern beschleunigenden Kraft zu der unserer Schwere. Die bewegende Kraft, welche unsere Schwere den Körpern giebt, heiſst auch ihr *Gewicht*, und als das Maas der Menge von Körpertheilchen, woraus ein Körper besteht, können wir sein Gewicht brauchen. Wo bloſs von der *Masse* eines Körpers die Rede ist, muſs man sich nie die Einwirkung der Schwere zugleich mit denken, weil diese und ihr Einfluſs auf den Körper jedesmal besonders betrachtet wird. Indeſs dient uns doch in

allen Fällen das Gewicht des Körpers als *Verhältnifszahl* für die Masse.

§. 22. In Fällen, wo eine Masse in einem nicht freien Zustande von einer Kraft in Bewegung gesetzt wird, dienen die Formeln (§. 20.) zur Bestimmung der Art, wie die Bewegung erfolgt. Soll z. B. von einer Masse P (Fig. 7.) eine andere p mittelst Faden und Rolle in Bewegung gesetzt werden, und kann man dabey die Massen der Rolle und des Fadens ingleichem die Reibung an den Zapfen bei Seite setzen, so ist die Summe der mit gleicher Geschwindigkeit in Bewegung gesetzten Körpertheilchen $= P + p$; die bewegende Kraft, welche in jedem Augenblick die Bewegung beschleunigt ist $P - p$.

Wenn nun eine Masse, der die bewegende Kraft $P - p$ zukäme, von der Schwere in der 1ten Sek. durch den Raum g beschleunigt werden sollte, so müfste die Summe der zu bewegenden Theilchen $= P - p$ seyn; im gegebenen Falle ist aber die Summe von Theilchen, die von der bewegenden Kraft $P - p$ getrieben werden, $= P + p$.

Man darf also um die beschleunigende Kraft, oder die Beschleunigung $\mathfrak{g}$ zu bestimmen, welche hier mit der Bewegung verbunden ist, im vor. §. (Nro. 48.) nur $P - p$ statt $\mathfrak{K}$ und $P + p$ statt $\mathfrak{k}$ setzen, so giebt sich

$$49.)\ \mathfrak{g} = \frac{P - p}{P + p} \cdot g$$

Eine Kugel, dessen Mafse $= P$ wäre, rolle auf einer schiefen Ebene hinab, die mit dem Horizont den Winkel α mache, und die Reibung werde bei Seite gesetzt, so ist die bewegende Kraft, die längst der schiefen Ebene in sie wirkt, $= P . \sin. \alpha$ (§. 7. Nro. 12.)

Eine Masse $= P . \sin. \alpha$ würde durch die bewegende Kraft $P . \sin. \alpha$ so beschleunigt, dafs sie den Raum g in der 1ten Sek. durchlaufen müfste; wirkt nun dieselbe bewegende Kraft in die Mafse P längst der schiefen Ebene, so erfolgt eine Beschleunigung $\mathfrak{g}$, die sich aus (48.) ergiebt, indem man $P \sin. \alpha$ statt $\mathfrak{K}$ und P statt $\mathfrak{k}$ schreibt; nämlich

$$50.)\ \mathfrak{g} = \frac{P.\sin.\alpha}{P} \cdot g = g.\ \sin.\ \alpha$$

§. 23. Man kann unsere Schwerkraft als die einzige unveränderliche absolute Kraft, mit der wir jede andere vergleichen können, $= 1$ setzen und nun jede andere durch f ausdrucken. Wenn nun die durch die natürliche Schwere und durch eine andere absolute Kraft f in einerley Zeit bewirkten Geschwindigkeiten mit c und v bezeichnet werden, so hat man

$$51.)\ f : 1 = v : c$$

also auch (32) $f : 1 = 2\mathfrak{g}t : 2gt$, oder

$$52.)\ f : 1 = \mathfrak{g} : g$$

Es ist überdas, wenn die vermöge der Kräften f und 1 durchloffenen Räume s und h heifsen, (36.) $v : c = 2\sqrt{\mathfrak{g}s} : 2\sqrt{gh}$. Sollen also bey der Bewegung durch die Räume s und h *gleiche* Geschwindigkeiten $v = c$ entstehen, so wird $\sqrt{\mathfrak{g}s} = \sqrt{gh}$, oder

$$53.)\ \mathfrak{g} : g = h : s$$

Wenn also h, s die zur Entstehung gleicher Geschwindigkeiten erfoderlichen Räume bezeichnen, so hat man auch (52) $1 : f = h : s$ oder

$$54.)\ f = \frac{h}{s}$$

§. 24. Für *veränderliche* absolute Kräfte gelten die vorstehenden Formeln nicht. Die absoluten Kräfte verhalten sich nämlich, wie die zu gleichen Geschwindigkeiten gehörige, woferne von Zeiten und Räumen die Rede ist, in welchen sich die Kräfte nicht ändern, daher man bey unveränderlichen Kräften auf keine bestimmte Raumtheile eingeschränkt ist; aber bey veränderlichen Kräften gilt jene Voraussetzung nur für Zeit- und Raumdifferentialien; daher für solche nur die Differentialgleichung

$$55.)\ f = \frac{dh}{ds}$$

angenommen werden kann, wo übrigens h und s wie (Nro. 54.) zu verstehen sind.

§. 25. Man denke sich zwey Punkte A, a in willkührlicher Entfernung von einander, so daſs im Falle der Bewegung zur Geschwindigkeit C des einen Punktes allemal die Geschwindigkeit c des andern gehöre: in den A wirke eine absolute unveränderliche Kraft, die eine Summe von Eindrücken F bewirke; der andere a hänge mit einer Maſse Q zusammen, welche dieselbe Geschwindigkeit c mit dem Punkt a annehmen muſs.

Wenn nun $c = C$ ist, so ist die in a wirkende beschleunigende Kraft $= \frac{F}{Q}$, weil es eben so gut ist, als wirkte F unmittelbar auf Q. Soll aber $c = n \,.\, C$ werden, so muſs in a eine Kraft $f = n \,.\, F$ wirken; dazu aber wird erfodert, daſs in A eine Kraft $n \,.\, (nF)$ wirkte, weil mit der n fachen Kraft in A die einfache in a im Gleichgewicht wäre. Weil es aber für die Bewegung einerley ist, ob die von der n^2 fachen Kraft herrührenden Eindrücke in die Masse Q, oder ob die von der einfachen Kraft herrührenden Eindrücke in die Masse $\frac{Q}{n^2}$ vertheilt werden, so wird auch die Geschwindigkeit c der in a angebrachten Masse in die nC verwandelt, wenn statt der Masse Q die $\frac{Q}{n^2}$ in a angebracht und in A die einfache Kraft F beybehalten wird. Die Geschwindigkeit der Stelle A bleibt dabey allemal $= C$ nämlich $\frac{1}{n} \,.\, nC$.

Wenn also durch irgend eine in einem gewissen Punkte A angebrachte Kraft F eine irgendwo angebrachte Masse getrieben wird, so ist es für die Bewegung des Punktes A völlig gleichgültig, *wo* man eine Masse anbringt, woferne nur die Masse, die in den verschiedenen Stellen durch die Kraft in Bewegung gesetzet wird, soviel mal gröſser oder kleiner genommen wird, soviel mal das Quadrat der Geschwindigkeit der einen Stelle kleiner oder gröſser ist als der andern d. i. woferne nur das Produkt aus der Masse in das Quadrat ihrer Geschwindigkeit unverändert bleibt. Dieses Produkt heiſst das *Moment der Trägheit* und ist für die

ganze Maschinenlehre von der gröfsten Wichtigkeit. Haben also zwey Massen Q, q, in verschiedenen Punkten eines Systems angebracht, bey der Bewegung dieses Systems die gleichzeitigen Geschwindigkeiten C, c; so ist es für die in das System wirkenden Kräfte gleichgültig, ob die eine oder die andere dieser Massen im Systeme beibehalten wird, woferne nur

56.) $Q \,.\, C^2 = q \,.\, c^2$

genommen wird.

§. 26. Wenn Fig. 8. den Durchschnitt eines aus gleichartiger Materie bestehenden Parallelepipedums vorstellt, das sich bey c um eine Axe dreht, so ist das Moment der Trägheit dieser um c herumlaufenden Masse der Summe Produkten aus jedem Körpertheilchen in das Quadrat seiner Geschwindigkeit, also auch der Summe von Produkten aus jedem Körpertheilchen in das Quadrat seiner Entfernung von der Axe proportional, daher sich auch die letztere Summe statt der ersteren als Verhältnifszahl für die Gröfse des Moments der Trägheit des Parallelepipedums brauchen läfst.

Nun sey vw eine in der willkührlichen Höhe gr der ab parallel gezogene gerade Linie; die willkührlich genommene cg sey $= x$, die gr d. i. die unveränderliche Höhe aller in vw liegenden Raumpunkte $= y$, die $cb = l$, die $be = m$, der mit einem einfachen materiellen Theilchen erfüllte Raumpunkt $r = dx$, so ist das Moment der Trägheit des Theilchens $r = cr^2 \,.\, dx$ $= (x^2 + y^2).dx$, wo y für alle Punkte in vw unveränderlich ist; also das Moment der Trägheit der Linie $sr = \int (x^2\, dx + y^2\, dx)$ $= \frac{1}{3} x^3 + y^2.x$, und für die $sw = \frac{1}{3} l^3 + y^2.l$. Für jede andere Raumlinie zwischen cb und fe ergiebt sich das Moment der Trägheit durch denselben Ausdruck, nur mufs das zu jeder andern Linie gehörige y genommen also jetzt y als veränderlich angesehen werden. Es kommt also drauf an, die Summe aller Werthe, die für jedes y dem Ausdruck $\frac{1}{3} l^3 + y^2\, l$ zukommen, auszudrucken; die Integration giebt aber

$$\int (\tfrac{1}{3} l^3 + y^2\, l) \,.\, dy = \tfrac{1}{3} l^3\, y + \tfrac{1}{3} l y^3$$

und daher für die ganze Höhe $cf = m$

das Moment der Trägheit

der Raumfläche $cbef = \frac{1}{3} l^3 m + l m^3$

$= \frac{1}{3} lm . (l^2 + m^2)$

Daher, wenn des Parallelepipedum Breite, längst der Axe gemessen, mit n bezeichnet wird, und das Moment der Trägheit des Parallelepip., von c bis e, M genennt wird

57.) $M = \frac{1}{3} lmn . (l^2 + m^2)$

woraus sich dann auch das Moment der Trägheit des andern Theils ca giebt.

Beider Summe ist das Moment der Trägheit des Parallelepipedums ab.

Das Moment der Trägheit einer mit einfachen Körpertheilchen ausgefüllten Raumlinie, die um eine ihr parallele Axe herumlauft, ist, wenn ihre Länge l heifst, und ihr Abstand von der Axe $= x$ ist, $= x^2 . l$.

Das Moment der Trägheit cylindrischen von einfachen Körpertheilchen ausgefüllten Raumfläche, die um des Cylinders Axe lauft, ist, wenn die Entfernung von der Axe mit x und des Cylinders Länge mit l bezeichnet, $= 6{,}28 . x . l . x^2 = 6{,}28 . l . x^3$. Wäre der ganze cylindrische Raum auf dieselbe Weise ausgefüllt, so wäre sein

Moment der Trägheit $= \int 6{,}28 . l . x^3 dx = \frac{6{,}28 . l . x^4}{4}$

also, wenn das Moment der Trägheit eines Cylinders, dessen Halbmesser $= r$ wäre, mit M bezeichnet wird,

58.) $M = \frac{1}{2} . 3{,}14 . l . r^4$

Und weil nun das Moment der Trägheit eines Cylinders vom Halbmesser $R = \frac{1}{2} . 3{,}14 . l . R^4$ wäre, so hat man für das Moment der Trägheit eines hohlen Cylinders, dessen Höhlung einen Halbmesser $= r$ hat, wenn des äussern Umfangs Halbmesser R heifst,

59.) $M = \frac{3{,}14 . l . (R^4 - r^4)}{2}$

Hierdurch wird also das Moment der Trägheit von einem Radkranze bestimmt.

§. 27. Auf denselben Gründen beruht die Bestimmung des Moments der Trägheit flüssiger Massen, die sich gleichzeitig durch kommunicirende Röhren bewegen. Man denke sich eine Verbindung von Röhren oder eine Röhrenleitung, die auf die Länge λ' die Weite (Durchschnittsfläche) w' hat, dann auf die folgende Länge λ'' die Weite w'', auf die dritte Strecke λ''' die Weite w''' u. s. w. Ist nun die Geschwindigkeit, mit der das Wasser auf die erste Röhrenlänge λ' durchfliefst, $= c$, so ist des Wassers Geschwindigkeit auf die zweite Strecke $= \frac{w'}{w''} \cdot c$, auf die dritte $= \frac{w'}{w'''} \cdot c$ u. s. w. Heifst also das gesammte Moment der Trägheit des Wassers in der ganzen Röhrenleitung M, so hat man

$$M = \lambda' w' \cdot c^2 + \lambda'' w'' \cdot \left(\frac{w'}{w''}\right)^2 c^2 + \lambda''' w''' \cdot \left(\frac{w'}{w'''}\right)^2 \cdot c^2 + \text{etc.}$$

oder

$$M = \lambda' w' \cdot c^2 + \lambda'' w' \cdot \frac{w'}{w''} \cdot c^2 + \lambda''' \cdot w' \cdot \frac{w'}{w'''} \cdot c^2 + \text{etc.}$$

also

$$60.)\quad M = w' c^2 \cdot \left(\lambda' + \frac{w'}{w''} \cdot \lambda'' + \frac{w'}{w'''}\, \lambda''' + \text{etc.}\right)$$

§. 28. Die wichtigste Eintheilung oder Klassificirung der Maschinen ist die, welche von ihrem Beharrungsstande hergenommen wird; sie ist diejenige von der selbst die Anwendbarkeit der verschiedenen bis hierhin mitgetheilten Formeln abhängt. Bey jeder Maschine kommen nämlich Bewegungen durch bestimmte Wege vor, die zur einmaligen Vollendung der den mannigfaltigen Maschinentheile vorgeschriebenen Verrichtungen nothwendig sind. Jede Maschine, die bey einer bestimmten Bewegungskraft in fortdauerndem Gange bleiben und dieselbe Summe von Verrichtungen zweckmäfsig wiederholen soll, mufs in einen Zustand treten, in welchem die zur Betreibung bestimmte Bewegungskraft dieselbe Summe von Verrichtungen immer

wieder in derselben Zeit durch die Maschine wiederholen läfst. Die Zeit, in der jedesmal diese Summe von Verrichtungen nach einander erfolgt, kann die *periodische Wirkungszeit* der Maschine heifsen, und der Zustand, in welchem diese periodische Wirkungszeit von gleicher Dauer ist, heifst der *Beharrungsstand* der Maschine. In diesem Beharrungsstande kann nun die von der Maschine zu wältigende Last entweder *gleichförmig* oder *ungleichförmig* bewegt werden, da dann der Beharrungsstand hiernach entweder ein *gleichförmiger* oder ein *ungleichförmiger* ist. Die Maschinen lassen sich also in *gleichförmig wirkende* und *ungleichförmig wirkende* abtheilen d. i. in solche, die eines gleichförmigen, und solche, die nur eines ungleichförmigen Beharrungsstandes fähig sind.

§. 29. Da jeder Körper schon vermöge der Beharrlichkeit die einmal erlangte Bewegung fortsetzt; woferne übrigens alle auf ihn wirkende Kräfte sich gegenseitig aufheben, so mufs umgekehrt jeder Körper, der seine Bewegung gleichförmig fortsetzt, in einem Zustande seyn, in welchem alle auf ihn wirkende Kräfte sich gegenseitig aufheben oder unter sich im Gleichgewicht stehen. Demnach stehen bey einer *gleichförmig wirkenden Maschine* die Last und die in sie wirkende Kraft während dem Gange der Maschine im vollkommenen Gleichgewicht, und wenn die Geschwindigkeit des von der Kraft P angegriffenen Punkts der Maschine C, und die Geschwindigkeit des von der Last Q angegriffenen Punkts c heifst, so ist für den gleichförmigen Beharrungsstand

$$61.)\quad P.C = Q.c$$

Nur zur ersten Herstellung der Bewegung wird bey solchen Maschinen anfängliche Ueberwucht erfodert, durch die ihre Theile zur Bewegung bestimmt werden. In diese Klasse gehören alle die Maschinen, bey welchen Kraft und Last unveränderliche statische Momente behalten und bey welchen nicht während dem Gang der Maschine die schon in Bewegung gesetzte Masse oder ein merklicher Theil von ihr mit einer andern von geringerer Geschwindigkeit verwechselt wird. Z. B. alle Arten von Getraide-

mühlen, die Püschelwerke, die Kastenkünste, die Schaufelwerke, die archimedische Schnecke, die Bohrmühlen, die Schöpf- und Wurfräder u. d. gl.

Ganz anders verhält es sich bey ungleichförmig wirkenden Maschinen. Bey diesen können die auf die Last wirkenden Kräfte sich nicht gegenseitig aufheben, weil sonst die einmal erlangte Bewegung ohne Veränderung fortdauern müfste. Und weil der vorausgesetzte Fortgang der Maschine zu einem bestimmten Zwecke weder beständig zunehmende noch beständig abnehmende Bewegung gestattet, so müssen Ab- und Zunahme der Geschwindigkeit bey solchen Maschinen mit einander abwechslen, dafs also wenigstens für einen gewissen Theil der periodischen Wirkungszeit bey solchen Maschinen nothwendig das statische Moment der Kraft das der Last übertreffen mufs, weil ohne diese Voraussetzung aus einer *abnehmenden* Geschwindigkeit nicht wieder eine *zunehmende* werden könnte.

Wäre nun die Maschine so beschaffen, dafs hinwiederum die abnehmende Geschwindigkeit von einem Ueberschufs des statischen Moments der Last über das der Kraft herrührt, so könnte dennoch auch dieser ungleichförmige Beharrungsstand mit der Gleichung (Nro. 61.) bestehen, wenn der nach einander folgende Ueberschufs des statischen Moments der Kraft über das der Last, und der Last über das der Kraft nicht nur gleich grofs wäre, sondern auch *gleich lange dauerte.* Da aber dieses nie der Fall ist, sondern die Zeit der Verzögerung die der Beschleunigung gewöhnlich merklich übertrifft, so ist auch bey solchen veränderlichen Momenten der Nachtheil der Verzögerung immer gröfser als der Vortheil der Beschleunigung, so dafs die Maschine nach und nach ins Stocken kommen müfste, wenn nicht das statische Moment, der Kraft gröfser wäre als das mittlere statische Moment der Last. Hierhin gehören besonders die Maschinen, welche die Last mittelst eines Krumzapfens wältigen.

Es können aber Maschinen auch darum nur eines ungleichförmigen Beharrungsstandes fähig seyn, weil von Zeit zu Zeit Stö-

ſse erſolgen, wobey die vorherige Geschwindigkeit der Maschine oder die Geschwindigkeit des von der Kraſt angegriffenen Punktes nach der Formel (Nro. 28.) vermindert wird, wenn gleich die statischen Momente der Kraſt und der Last ungeändert bleiben. Wenn nun bey diesen immer wieder erſolgenden Verminderungen der Geschwindigkeit die Maschine dennoch im Gange bleiben und in einen Beharrungsstand treten soll, so muſs nach jedesmaligem Stoſs nothwendig die verlohrne Geschwindigkeit durch eintretende Beschleunigung wieder gewonnen werden, bevor ein neuer Stoſs also eine neue Geschwindigkeitsverminderung erfolgt. In solchen Fällen muſs also das statische Moment der Kraſt immerfort gröſser seyn als das der Last, damit nach jedem Stoſse sogleich wieder beschleunigte Bewegung erſolgen könne. Begreiſlich gilt also auch dasselbe ſür vermischte Fälle.

Man hat also nur ſür gleichſörmig wirkende Maschinen nach (Nro. 61.)

$$62.)\ P = \frac{c}{C} \cdot Q$$

und ſür ungleichſörmig wirkende

$$63.)\ P = \frac{c}{C} \cdot (Q + p)$$

wo der Werth von p in den einzelnen Fällen besonders gesucht werden muſs. Das Verhältniſs $c : C$ ist mit dem Verhältniſs der gleichzeitig durchloffenen Räume einerlei, daher statt c und C auch die gleichzeitig durchloffenen Wege gesetzt werden können.

Zu den ungleichſörmig wirkenden Maschinen gehören alle, welche *Saug - und Druckwerke*, *Stampſwerke*, *Hammerwerke*, *Schneidmühlen* u. d. gl. betreiben, ingleichem solche Maschinen, bey welchen die von der bewegenden Kraſt zunächst angegriffene Stelle ihre Bewegung periodisch von neuem anſängt, wie bey den *Wassersäulenmaschinen.*

§. 30. Der Werth von p ist die *Ueberwucht*, der die Kraſt an der Maschine bedarſ, um sie im ungleichſörmigen Beharrungsstande zu erhalten.

Die gröſste Geschwindigkeit, welche die Kraft oder der von ihr zunächst angegriffene Punkt der Maschine jedesmal annimmt, heiſse C; im Augenblick der erlangten gröſsten Geschwindigkeit erfolge bey der Maschine eine Veränderung, die darin bestehe, daſs nur ein Theil $\mathfrak{T}$ von den zur gröſsten Geschwindigkeit gekommenen Massen nach dem Gesetze der Beharrlichkeit seine Bewegung fortzusetzen strebe.

Die Summe von den Momenten der Trägheit der zu diesem Theile $\mathfrak{T}$ gehörigen Massen sey $= \mathfrak{P} \times b^2$.

Von diesem Augenblick an soll nun jedesmal eine neue Masse $\mathfrak{B}$, die noch in Ruhe war, von jener sich fortbewegenden ergriffen und plötzlich mit in Bewegung gesetzt werden, ohne daſs sich dabey die statischen Momente der Kraft und der Last verändern. Die Summe der Momente der Trägheit der von neuem ergriffenen Theile jener Masse heiſse $\mathfrak{M} \times C^2$, daſs also im Augenblick der eingetretenen grösten Geschwindigkeit die in Bewegung bleibende Masse $\mathfrak{T}$ die $\mathfrak{B}$ durch einen Stoſs mit in Bewegung gesetzt wird, so wird im Augenblick des Stoſses aus der Geschwindigkeit C eine andere c, und man hat (N^ro.^ 26.)

$$c = \frac{\mathfrak{P} \cdot b^2}{\mathfrak{P} \cdot b^2 + \mathfrak{M} \cdot b^2} \cdot C$$

oder

$$64.) \quad c = \frac{\mathfrak{P}}{\mathfrak{P} + \mathfrak{M}} \cdot C$$

Ist nun das statische Moment der Kraft $P = P \cdot B$, das der Last $Q = b \cdot Q$, so verhält sich die Sache so, als wenn am Angriffspunkt der Last eine Kraft $= \frac{B}{b} P$ angebracht wäre, die der Last Q entgegen wirkte. Die Zeit vom Augenblick des erwähnten Stoſses bis zur erfolgten gröſsten Geschwindigkeit sey nun in Sekunden $= t$, so giebt sich aus (N^ro.^ 39 und 49.) wenn b der in dieser Zeit vom angegriffenen Punkt der Last durchloſsene Weg ist,

$$b = t \cdot \frac{b}{B} \cdot c + t^2 \cdot \frac{\frac{B}{b} P - Q}{\mathfrak{P} + \mathfrak{M}} \cdot g$$

oder (N$^{ro.}$ 64.)

$$65.)\ b = t \cdot \frac{b}{B} \cdot \frac{\mathfrak{P}}{\mathfrak{P}+\mathfrak{M}} \cdot C + t^2 \cdot \frac{\frac{B}{b}\,P - Q}{\mathfrak{P}+\mathfrak{M}} \cdot g$$

Nun wird aus der jedesmaligen Anfangsgeschwindigkeit $\frac{b}{B} \cdot c$ des von der Last angegriffenen Punktes während der Beschleunigungszeit t vermöge (N$^{ro.}$ 38.) die $\frac{b}{B} \cdot c + 2t \cdot \frac{\frac{B}{b} \cdot P - Q}{\mathfrak{P}+\mathfrak{M}} \cdot g$, und diese ist, vermöge der Voraussetzung, $= \frac{b}{B} \cdot C$; man kann also diesen Werth von $\frac{b}{B} \cdot C$ in der vorstehenden Gleichung für b substituiren.

Daraus giebt sich

$$66.)\ P = \frac{b}{B} \cdot \left(Q + \frac{\mathfrak{M} \cdot (\mathfrak{P}+\mathfrak{M}) \cdot b}{t^2 \cdot g \cdot (2\mathfrak{P}+\mathfrak{M})}\right)$$

eine für die Maschinenlehre äusserst wichtige Formel. Durch sie wird p (N$^{ro.}$ 63.) bestimmt, nämlich

$$67.)\ p = \frac{\mathfrak{M} \cdot (\mathfrak{P}+\mathfrak{M}) \cdot b}{t^2 \cdot g \cdot (2\mathfrak{P}+\mathfrak{M})}$$

Würde $\mathfrak{M}$ *in Vergleichung mit* $\mathfrak{P}$ unbedeutend, so hätte man noch genau genug

$$p = \frac{\mathfrak{M} \cdot \mathfrak{P} \cdot b}{t^2 \cdot g \cdot 2\mathfrak{P}}$$

oder

$$68.)\ p = \frac{\mathfrak{M} \cdot b}{2\,t^2\,g}$$

Hingegen, wenn $\mathfrak{P}$ *in Vergleichung mit* $\mathfrak{M}$ unbedeutend wäre

$$69.)\ p = \frac{\mathfrak{M} \cdot b}{t^2 \cdot g}$$

Demnach fällt p allemal zwischen die Gränzen

$$\frac{\mathfrak{M} \cdot b}{2 \cdot t^2 \cdot g} \text{ und } \frac{\mathfrak{M} \cdot b}{t^2 \cdot g}.$$

§. 31. Da mit der Vergröſserung von $\mathfrak{P}$ die erſoderliche Ueberwucht p kleiner wird, so erhellet auch hieraus der Nutzen angebrachter *Schwungmassen* bey ungleichförmigwirkenden Maschinen, das heiſst der Nutzen solcher Massen, die beim Gange der Maschine in beständigem Umlauſe bleiben, und die nach ihrer verschiedenen Gestalt *Schwungkolben* oder *Schwungräder* heiſsen, da dann letztere wiederum entweder *Schwungscheiben* oder *Schwungringe* sind. Dergleichen Schwungmassen ergeben sich entweder schon durch die zum Wesen der Maschine erſoderliche Konstruktion von selbsten — wie bey den Wasserrädern, deren Kränze zugleich als Schwungringe dienen — oder sie gehören nicht zum Bau der Maschine selbsten, und werden nur um des erwähnten Nutzens willen dabey besonders angebracht.

Sollen nun solche Schwungmassen den Zweck zu erreichen dienen, daſs man einen verlangten Effect einer Maschine mit einer geringeren Kraſt P erhalte, so müssen sie so genommen werden, daſs (N$^{ro.}$ 66) $Q + \frac{\mathfrak{M} \cdot (\mathfrak{P} + \mathfrak{M}) \cdot b}{t^2 \cdot g \cdot (2\mathfrak{P} + \mathfrak{M})}$ durch sie verkleinert werde, wobey aber keine unbegränzte Vergröſserung von $\mathfrak{P}$ gestattet ist, weil mit dieser Vergröſserung von $\mathfrak{P}$ zugleich die Reibung also zugleich die Last Q, welche die Maschine zu überwinden hat, vergröſsert wird.

Man setze daher $\mathfrak{P}' + \mathfrak{P}''$ statt $\mathfrak{P}$, und $Q' + F'$ statt Q, so daſs $\mathfrak{P}'$ sich blos auf die von unserem Willkühr abhängende Schwungmasse bezieht, die ich als einen an einer Welle mittelst durchgesteckter Aerme angebrachten Schwungring betrachte. $\mathfrak{P}''$ bezieht sich dann auf die übrigen Schwungmassen, die vermöge des Baues der Maschine nicht nur überhaupt da seyn müssen, sondern auch wegen der erſoderlichen Festigkeit der Theile in bestimmten Abmessungen angebracht seyn müſsen, so daſs wir nichts daran vermindern können. Q' bezeichnet die auf den Lastpunkt gebrachte gesammte Last samt allen Nebenhindernissen, nur mit Ausschluſs der von einem Schwungringe, auf den sich $\mathfrak{P}'$ bezieht, herrührenden Reibung; und F' die auf den Lastpunkt gebrach-

te Reibung, welche von dem eben gedachten Schwungringe herrührt, dessen Aerme ich hier als unbedeutend bei Seite setzen kann.

Nach diesen Voraussetzungen hat man nun (Nro. 66.)

$$70.)\ P = \frac{b}{B} \cdot \left(Q' + F' + \frac{\mathfrak{M} \cdot (\mathfrak{P}' + \mathfrak{P}'' + \mathfrak{M}) \cdot b}{t^2 \cdot g \cdot (2\,\mathfrak{P}' + 2\,\mathfrak{P}'' + \mathfrak{M})}\right)$$

wo zur Rechten blofs F' und $\mathfrak{P}'$ als veränderlich anzusehen sind.

Damit nun ein verlangter Effekt mit der kleinstmöglichen Kraft P erhalten werde, so kommt es blofs darauf an, diejenigen Abmessungen des Schwungrings zu bestimmen, welche der nachstehenden Foderung

$$71.)\ F' + \frac{\mathfrak{M} \cdot (\mathfrak{P}' + \mathfrak{P}'' + \mathfrak{M}) \cdot b}{t^2 \cdot g \cdot (2\,\mathfrak{P}' + 2\,\mathfrak{P}'' + \mathfrak{M})} = minim:$$

ein Genüge thun.

Es sey nun die der Umlaufsaxe parallel gemessene Dicke des Schwungrings $= \delta$, seines äufseren Umfangs Halbmesser $= \mathfrak{R}$, der seines inneren $= \mathfrak{r}$, seine spec. Schwere $= \varsigma$, die des Wassers $= 1$ gesetzt, so ist seine Masse der einer Wassermasse gleich, deren kubischer Inhalt =

$$3{,}14 \cdot \delta \cdot \varsigma \cdot (\mathfrak{R}^2 - \mathfrak{r}^2)$$

wäre.

Das Moment der Trägheit dieses Schwungringes ist vermöge (Nro. 59.)

$$= 1{,}57 \cdot \delta \cdot \varsigma \cdot (\mathfrak{R}^4 - \mathfrak{r}^4)$$

Weil nun $\mathfrak{P}'$ die Masse bezeichnet, deren Moment der Trägheit (§. 30.) $= \mathfrak{P}'\, b^2$ ist, so hat man

$$\mathfrak{P}' \cdot b^2 = 1{,}57 \cdot \delta \cdot \varsigma \cdot (\mathfrak{R}^4 - \mathfrak{r}^4)$$

woferne des Schwungrings äufserer Umfang in derselben Zeit den Raum R durchlauft, in welcher die Masse $\mathfrak{P}'$ den Raum b durchlauft.

Um dieser Betrachtung eine gröfsere Allgemeinheit zu geben, setze man, des Schwungrings äusserer Umfang durchlaufe den Raum $n \cdot \mathfrak{R}$, indefs die Masse $\mathfrak{P}'$ den b durchlauft, so wird das Mom. d. Tr. des Schwungrings $= n^2 \cdot 1{,}57 \cdot \delta \cdot \varsigma \cdot (\mathfrak{R}^4 - \mathfrak{r}^4)$, also mufs allgemein

$$\mathfrak{P}'.b^2 = n^2 . 1{,}57 . \delta . \varsigma . (\mathfrak{R}^4 - \mathfrak{r}^4)$$

gesetzt werden. Daraus wird

$$72.)\quad \mathfrak{P}' = \frac{n^2 . 1{,}57 . \delta . \varsigma . (\mathfrak{R}^4 - \mathfrak{r}^4)}{b^2}$$

Nunmehr ist noch die Bestimmung von F' übrig. Es bezeichne also ϱ den Halbmesser der Umlaufs-Zapfen des Schwungrings, und μ den Koefficient der Zapfenreibung, so ist

$$73.)\quad F' = \frac{3{,}14 . n . \mu . \delta . \varrho . \varsigma . (\mathfrak{R}^2 - \mathfrak{r}^2)}{b}$$

Substituirt man diese Werthe von $\mathfrak{P}'$ und F' (N^ro. 72 und 73) in N^ro. 71, indem man zur Abkürzung

$$\frac{3{,}14 . n . \mu . \varrho . \varsigma . (\mathfrak{R}^2 - \mathfrak{r}^2)}{b} = \mathfrak{A}$$

$$\mathfrak{M} . (\mathfrak{P}'' + \mathfrak{M}) . b = \mathfrak{E}$$

$$\mathfrak{M} . \frac{1{,}57 . n^2 . \varsigma . (\mathfrak{R}^4 - \mathfrak{r}^4)}{b} = \mathfrak{B}$$

$$t^2 . g . (2\mathfrak{P}'' + \mathfrak{M}) = \mathfrak{C}$$

$$2\, t^2 . g . \frac{1{,}57 . n^2 . \varsigma . (\mathfrak{R}^4 - \mathfrak{r}^4) .}{b^2} = \mathfrak{D}$$

setzt, so giebt die bekannte Methode der Differentialrechnung

$$\delta = \frac{-\mathfrak{C} + \sqrt{\frac{\mathfrak{D}\mathfrak{E} - \mathfrak{B}\mathfrak{C}}{\mathfrak{A}}}}{\mathfrak{D}}$$

eine Formel für δ, die sich auf die Voraussetzung bezieht, daſs die Massen die Dichtigkeit oder spec. Schwere des Wassers haben.

Wäre also die spec. Schwere des Schwungrings $= \varphi$, so hätte man allgemein

$$74.)\quad \delta = \frac{-\mathfrak{C} + \sqrt{\frac{\mathfrak{D}.\mathfrak{E} - \mathfrak{B}.\mathfrak{C}}{\mathfrak{A}}}}{\psi . \mathfrak{D}}$$

für die vortheilhafteste Dicke des Schwungrings nach einer der Axe parallelen Richtung gemessen ; da dann seine Breite $= \mathfrak{R} - \mathfrak{r}$ als gegeben angenommen wird.

Da übrigens bey einerley Momente der Trägheit der Schwungring desto weniger Masse bedarf, je gröſser $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{r}$ genommen

werden, und mit Verkleinerung der Masse zugleich die damit verbundene Zapfenreibung vermindert wird, so wird bey der vortheilhaftesten Einrichtung des Schwungrings noch erfodert, daſs man $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{r}$ so groſs nehme als es die Umstände zulassen.

§. 32. Sollen bey einer von einem Rade betriebenen Maschine die Kränze eines solchen Rades (z. B. bey einem Hammerwerk die Kränze des Wasserrades) selbst zugleich die Stelle des Schwungrings vertreten, so giebt die Formel (N^ro. 74.) diejenige Dicke des Kranzes (oder, wo ihrer zwey sind, der beyden zusammengenommen), welche der schon wegen der Festigkeit erfoderlichen Dicke noch zugesetzt werden darf. Also liegt im bisherigen zugleich die Theorie der vortheilhaftesten Dicke der Radkränze bey ungleichförmig wirkenden Maschinen.

§. 33. Maschinen sind nur dann *übersetzt*, wenn sie mehr Masse haben, als ihnen zum leichtesten Betrieb gehört. Daher können manche Maschinen, die gerade nur soviel Masse haben, als sie zur erfoderlichen Festigkeit unvermeidlich bedürfen, dennoch im mechanischen Sinne übersetzt seyn. Dieses ist der Fall bey allen gleichförmig wirkenden Maschinen. Umgekehrt ist es sehr unrichtig, Maschinen übersezt zu nennen, sobald man bemerkt, daſs sie mehr Masse haben, als die Festigkeit ihres Baues erfodert.

§. 34. Daſs bey einer bestimmten Kraft der Effekt einer Maschine in bestimmte Gränzen eingeschränkt seyn müsse, ist für sich offenbar. Jede Maschine hat bestimmte Verrichtungen zum Zwecke, die allein zum *Nutzeffekte* gehören; wenn die hierzu bestimmte Kraft um jener beabsichtigten Verrichtungen willen noch Nebenhindernisse mit überwinden muſs, in deren Ueberwindung weiter kein Nutzen für uns liegt, so sind dieses nicht bloſs unnütze, sondern lästige und schädliche Verrichtungen, die leider bey allen Maschinen zum Nachtheile ihrer beabsichtigten Verrichtungen eintreten. Man kann den Inbegriff solcher Verrichtungen den *schädlichen Effekt* der Maschine nennen, und den Inbegriff aller solcher Nebenhindernisse die *Nebenlast* oder

Hindernifslast. Beyde zusammen, der Nutzeffekt und der schädliche Effekt, machen den *Totaleffekt* der Maschine aus.

Die Gröfse des Totaleffekts hängt nicht blofs von der *Gröfse* des gesammten Widerstandes ab, den eine Maschine zu überwinden hat, sondern auch von der *Geschwindigkeit*, mit der er überwunden wird, oder von dem Produkt aus der Gröfse des gesammten Widerstandes in die Geschwindigkeit, mit der er gewältiget wird. Dieses Produkt heifst das *mechanische Moment der gesammten Last.* In gleichem Sinne hat man ein *mechanisches Moment der Nutzlast*, und so auch *mechanisches Moment der Kraft.*

Da sich Kraft, Last und Geschwindigkeit nur durch Zahlen ausdrucken lassen, die sich *verhalten* wie die Gröfse von Kraft, Last und Geschwindigkeit, so fällt in die Augen, dafs sich dafür sehr mannigfaltige Bestimmungen gebrauchen lassen.

Wenn z. B. Wasser, das von einer bestimmten Höhe herabstürzt zur Betreibung einer Maschine dienen soll, so würde es auf die Höhe von 20 Fufs zweimal zu demselben Effekt können benutzt werden, dessen es auf die Höhe von 10 Schuh fähig wäre; man könnte also die *Wasserhöhe* als Verhältnifszahl für die *Kraft* gebrauchen. Die in einer Sekunde beifliefsende *Wassermenge* könnte man als Verhältnifszahl für die *Geschwindigkeit* der Kraft annehmen. So wäre also das Produkt aus der *Wasserhöhe* in die *Wassermenge* eine Verhältnifszahl für das mechanische Moment der Kraft. Nur mufs man bey Vergleichung des mechanischen Moments der Kraft mit dem der Last ähnliche Verhältnifsgröfsen für die Last und ihre Geschwindigkeit gebrauchen.

§. 35. Nur bey gleichförmig wirkenden Maschinen ist vermöge (N^ro. 61.) das mechanische Moment der gesammten Last ($Q . c$) oder der *Totaleffekt* dem mechanischen Moment der Kraft ($P . C$) gleich. Bey den ungleichförmig wirkenden Maschinen ist vermöge (N^ro. 63) der *Totaleffekt* ($Q . c$) allemal kleiner als das mechanische Moment ($P . C$) (denn es ist $Q . c = P . C - p . c$). Da nun allemal ein Theil von der gesammten Last nur Hinder-

nifslast, also der Nutzeffekt allemal kleiner als der Totaleffekt ist, so mufs selbst bey gleichförmig wirkenden Maschinen der Nutzeffekt allemal kleiner als das mechanische Moment der Kraft seyn, und um so viel mehr bey den ungleichförmig wirkenden.

§. 36. Weil auf solche Weise das mechanische Moment der Kraft als die Gränze anzusehen ist, welcher sich der Nutzeffekt einer Maschine nur nähern kann, ohne sie bey irgend einer Maschine wirklich zu erreichen, so wird hierdurch die Gränze des Nutzeffekts einer jeden Maschine und das davon abhängende Maafs ihrer eigenthümlichen Vollkommenheit bestimmt. Je näher nämlich der Nutzeffekt oder das mechanische Moment der Nutzlast dem der Kraft kommt, desto vollkommener ist die Maschine.

Setzt man also die gröstmögliche Vollkommenheit einer Maschine, die nur bey gänzlicher Beseitigung aller Nebenhindernifse und bey einem völlig gleichförmigen Beharrungsstande eintreten könnte, $= 1$, und druckt nun die verhältnifsmäfsige Vollkommenheit einer wirklichen Maschine durch V aus, so hat man allgemein

$$75.)\ V = \frac{Q' \cdot c}{P \cdot C}$$

wo Q' die Gröfse der Nutzlast bezeichnet.

Dieser Ausdruck ist also in allen Fällen < 1 oder ein eigentlicher Bruch.

§. 37. Zur Erläuterung der vorstehenden Sätze können folgende Beyspiele dienen.

I. Ex. Hätte man zur Betreibung einer Maschine in jeder Sekunde 10 Cubikschuh Wasser bey einer Fallhöhe von 30 Schuh, so könnte man das mechanische Moment der Kraft $= 30 \cdot 10 = 300$ setzen. Es liefse sich also keine Maschine angeben, bey welcher der Nutzeffekt auch $= 300$ würde, oder man könnte durch keine Maschine mit der erwähnten Kraft

10 Cubikschuh Wasser auf eine Höhe von 30 Fufs
5 - - - - - - - - - - - - - - - - 60 - -
3 - - - - - - - - - - - - - - - - 100 - -

u. s. w. heben. Würde in einem solchen Falle durch eine angelegte Maschine wirklich in jeder Sekunde eine Wassermenge von 3 Cubikschuh auf die Höhe von 60 Fuſs erhoben, so hätte die ganze Anlage schon eine groſse Vollkommenheit, und wer dann die Maschine so zu verbessern verspräche, daſs sie in jeder Sekunde doppelt so viel Wasser auf dieselbe Höhe von 60′ liefern sollte, würde damit nur einen Beweis seiner gänzlichen Unwissenheit im Maschinenwesen geben.

II. Ex. Eine *Wassersäulenmaschine* liefere, bey einem Wasseraufwande von 2 Cubikschuh in jeder Sekunde und bey einer Fallhöhe von 60 Schuh, in jeder Sekunde einen halben Cubikschuh Wasser auf eine Höhe von 140 Schuh; hingegen

Ein unterschlächtiges Wasserrad liefere bey einem Aufwande von 10 Cubikschuh Wasser in 1 Sekunde und bey einer Fallhöhe von 20 Schuh nur 3 Cubikschuh Wasser auf eine Höhe von 18 Schuh; so wäre

Für die *Wassersäulenmaschine*

$$V = \frac{\frac{1}{2} \cdot 140}{2 \cdot 60} = \frac{7}{12}$$

Für das *unterschlächtige Wasserrad*

$$V = \frac{3 \cdot 18}{10 \cdot 20} = \frac{27}{100}$$

Es verhielte sich also die Vollkommenheit der ersteren zu der des letzeren

wie $\frac{7}{12}$ zu $\frac{27}{100}$ oder wie 700 zu 324.

ZWEYTER ABSCHNITT.

VON DER CONSTRUCTION UND WIRKUNG DERER ZUR HEBUNG DES WASSERS, VORZÜGLICH ZUR TROCKENHALTUNG DER BAUSTELLEN UND ZU DEN GEWÖHNLICHEN AUSTROCKNUNGEN DIENENDEN MASCHINEN.

§. 1. Mit der Anwendung der zum Auffördern des Wassers dienenden Maschinen geht es, wie bey so manchen andern Kunstanlagen: die zusammengesetztesten Maschinen müssen nämlich öfters dem einfachsten und bekanntesten Verfahren nachstehen. Zum sichern Anschlage des *ökonomischen Effekts* der Schöpfmaschinen fehlt es uns noch bis jetzt an hinreichenden Beobachtungen (*), mit deren Hülfe wir im Stande wären, vollständige Theorien aufzustellen. So lange aber die Wirkung der Maschinen von den Resultaten der Theorien gänzlich abweicht, sind wir nicht berechtigt, diese Theorien für genugthuend auszugeben. Vielmehr sind sie in manchem Betrachte nachtheilig, weil die angehenden Baukundigen nach ihnen rechnen, da sie von berühmten Mathematikern aufgestellt sind. Es ist daher durchaus nothwendig, daſs auch bey den Schöpfwerken auf alle Umstände, die bey ihrem Gebrauch und ihrer Wirkungsart vorkommen mit Sorgfalt geachtet wird, ehe man es sich nur einfallen läſst: eine Theorie aufzustellen, die unter allen Umständen empfohlen werden kann. Ich werde daher auch in diesem Abschnitte über den Effekt solcher Maschinen Manches beybringen, was die Unvollständigkeit der bisher bekannten Theorien beweiſst. Vielleicht entsteht dadurch der günstige Umstand, daſs man hie und da Beobachtungen über diese Maschinen anstellt und endlich sich in

(*) Unter dem ökonomischen Effekt einer Maschine verstehe ich die Wirkung von dem, was sie leistet. Bey einer Schöpfmaschine ist daher derselbe, die aufgeförderte Wassermenge; bey einer Kornmühle ist es die Menge Mehls. Es versteht sich, immer in einem gewissen Zeitpunct.

den theoretischen Berechnungen der praktischen Wahrheit nähert.

§. 2. Die Methode das Wasser mit Handeimern auf eine gewisse Höhe zu bringen ist sicher eines der ältesten Verfahren. Dieselbe ist auch alsdann den bekannten Schöpfmaschinen vorzuziehen, wenn es an Arbeitern nicht fehlt; die auszufördernde Wassermasse nicht groſs; und die Höhe, worauf sie gehoben wird (die Förderungshöhe) nicht über $5\frac{1}{2}$ Schuh ist. Bis zu dieser Höhe kann nämlich ein rustiger Arbeiter in der Minute $1\frac{1}{2}$ Cubikschuh Wasser, mit dem Handeimer, aufgieſsen. Auf 3' Höhe $2\frac{1}{2}$ Cub.-Schuh; auf 2' Höhe aber 3 Cub.-Schuh und auf $1\frac{1}{2}$ Schuh Höhe beynahe $3\frac{3}{4}$ C. S. wenn sich die Arbeiter alle zwey Stunden ablösen und dieselben im Wasser, nicht aber auf einem Floſse, worauf sie sich bücken müssen, stehen (*)

§. 3. Findet man es daher, der geringen Wassermasse wegen unnöthig, Maschinen zum Ausschöpfen zu gebrauchen, so kann dasselbe in eine auf Holzbänken gelegten Rinne geschehen;

(*) Nach Perronet Tom II. p. 21. wurde, beym Bau der Brücke zu Orleans, auf eine Höhe von $5\frac{1}{2}$ Schuh in einer Minute ein C. S. Wasser aufgeschöpft und auf 3 Schuh Höhe ungefehr zwey C. S. Nach der praktischen Anweisung zur Wasserbaukunst, soll ein Arbeiter bey einer Stundenweisen Ablösung auf einer Höhe von drey Schuh fünf Cubik Fuſs aufgieſsen. Bey zwey Reihen Arbeiter, die die leere und vollen Eimer einem dem andern sich wechselseitig zureichen, kann ein Arbeiter auf drey Schuh hoch in der Minute zwey C. S. ausschöpfen. Ueberhaupt muſs ein vorsichtiger Baumeister bey der Berechnung des Effektes aller solcher Maschinen und Arbeiten, welche durch die Kräfte der Menschen und Thiere in Bewegung gesetzt werden oder geschehen, den ökonomischen Effekt nur nach angestellten Localversuchen in seinem Anschlage aufnehmen, weil derselbe von der Gewandheit der Menschen und von der Stärke des Zugviehes abhängt. Wird diese Regel beobachtet, so werden wir nicht mehr so viele niedrige Bauanschläge erhalten und die Ausübung wird in kurzer Zeit mit einer Menge brauchbaren Erfahrungen, die dann im Lauf der Arbeit mit gröſsern Resultaten zu berichtigen sind, bereichert werden.

entweder mit hölzernen, blechernen, ledernen oder von Weiden geflochtenen Handeimer; die etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{5}$ Cubik-Schuh Wasser fassen. Selbst in dem Falle, wo die Höhe, auf welcher das Wasser aufgefördert werden soll, $5\frac{1}{2}$ Schuh übersteigt. Das ist, wo zwey und mehrere Reihen Arbeiter stehen müssen, kann sich der Eimer bedient werden. Nämlich in den Fällen *a*) wenn es nicht an Arbeitern fehlt und *b*) die zu gewältigende Wassermasse nicht zu groſs ist, um zur bestimmten Zeit ausgeschöpft zu seyn. Daſs sodann auch noch zur Beförderung der Arbeit für jeden Arbeiter ein Eimer gegeben werden muſs, versteht sich von selbst.

Das Ausschöpfen mit Eimern ist besonders daselbst anwendbar und den Maschinen vorzuziehen *a*) wo diese des Raumes wegen nicht gestellt werden können, das ist, daselbst wo ein kleines Wasserbecken ausgeschöpft werden muſs, welches beym Bau derjenigen Werke, die an der See aufgeführt werden, an denen während der Ebbe gearbeitet wird, der Fall ist. Der z. B. bey der Grundlegung der Docken zu Brest geschah, B. 3. S. 278., wo man sich statt der Wurfschaufeln auch der Eimer hätte bedienen können. *b*.) Die Eimer sind ferner anzuwenden, wo das auszuschöpfende Wasser viel Sand und Schlamm führt, wodurch die Maschinen verdorben werden und ins Stocken gerathen.

§. 4. Ueberhaupt ist nach den vielfältigen Erfahrungen das Ausschöpfen mit Eimern dem Zellenrade, der in einem Mantel eingehüllten Wasserschenke und der Wasserwippe vorzuziehen, wenn das Wasser nur $5\frac{1}{2}$ Schuh hoch aufgefördert werden soll. Nach dem vorne angemerkten ökonomischen Effekt oder einigen auf dem jedesmaligen Local anzustellenden Versuchen; der bekannten Wasserhöhe; der auszuschöpfenden Wassermenge; und der Zeit, in welcher die Ausleerung der Baustelle vollzogen seyn muſs, läſst sich die Anzahl der Arbeiter bestimmen. Vorausgesetzt, daſs dieselbe auf der Schöpfstelle Raum zum arbeiten hat; wo nicht, so muſs die Zeit verlängert werden. Wie-

wohl nun diese Methode sehr einfach ist und, während sie bewerkstelligt wird, keine Stöhrung, wie das Ausschöpfen der Maschinen, wenn solche brechen, leidet, so findet man dennoch häufig statt derselben Schaufel- und Paternosterwerke angewendet; selbst bey geringen Bauunternehmungen! Dies Verfahren der Baudirektoren oder Bauführer läfst sich schwerlich anders als durch ihren Eigendünkel erklären, weil ihnen das Ausschöpfen mit Eimern zu einfach ist, daher dem gaffenden Zuschauer nicht auffällt noch dessen Bewunderung erregt, um die mancher Bauführer mehr geitzt als um die Billigung des wahren Kenners.

§. 5. Zu den einfachsten Werkzeugen, deren man sich zum Wasseraufwerfen bedient, mufs auch die *Wurf-* oder *Gufsrinne*, die auf grofsen Bleichereyen im Gebrauch ist, gezählt werden. Vorzüglich ist dieselbe bey Wiesenbewässerungen gut anzuwenden, wenn der Wassergraben nicht höher als die Wiese selbst liegt, gelegt werden kann. Mit dieser aus einem Stück Holz ausgestemmten oder gehölten und stark gekrümmten etwa 6 Zoll breiten und 6 Schuh langen Gufsrinne, die an einem 3 Schuh langen Stiel befestigt ist, kann das Wasser hundert Schuh weit geworfen werden. Ihre Seiten sind gleich hoch. Unten ist sie rund am Stiel aber weiter, welches des geraden und besseren Gusses wegen nöthig ist. Die Schöpfseite ist vorne mit Eisenblech viermal gebunden.

Nirgend habe ich diese Gufsrinne als im Herzogthum *Berg* angewendet gefunden, wo sie *Gütte* heifst. Aber nirgend sind auch wohl die Bleichereyen besser eingerichtet, als in diesem Fabriklande, dessen Commerz- und Fabrikzustand aus meinen Beyträgen zur Churpfälzischen Staatengeschichte (bey Schwan und Götz in Mannheim) entnommen werden kann.

§. 6. Zu den *Schöpfwerkzeugen* gehört auch noch die *Wurfschaufel*; oder auch die *Schwungschaufel.*

Die erstere ist gewöhnlich von Holz mit einem drey Schuh langen Stiel, und hat die Form der Kornschaufel in den Scheu-

ern, nur daſs sie mit höhern Rändern versehen ist. Ein fleiſsiger Arbeiter kann mit der Wurfschaufel über eine Abdammung von drey Schuh Höhe, in einer Minute 6 bis 7 Cubikschuh Wasser werfen. Die Abdammung muſs jedoch so schmal als möglich gemacht werden, damit der Wurf erleichtert werde.

§. 7. Die *Schwungschaufel* Fig. 18. ist entweder aus Holz oder aus Blech gemacht, hängt an einem transportabeln Gerüste, welches aus drey oder vier stehenden Richtbäumen besteht (*), wird das Wasser drey bis fünf Schuh hoch gefördert. Wenn die Schaufel $1\frac{1}{2}$ Cubikschuh enthält, so wird *a.*) mit jeder Schwingung $\frac{3}{4}$ Cubikschuh aufgeworfen. *b.*) Es sind drey Mann dazu nöthig, nämlich zwey davon stehen bey 1 und 2 auf der Abdammung und der dritte auf einem Blockgerüste. Die ersteren ziehen die an der Schaufel mittelst eisernen Ringen *b. c.* befestigten Seile nach sich; der dritte Arbeiter stöſst die Schaufel ins Wasser und läſst im Stoſse nach, sobald sie ausgegossen ist, wo er sie abermals nach sich zieht und von neuem ins Wasser stöſst.

§. 8. Drey geübte Arbeiter machen mit dieser Schwungschaufel, die besonders in Holland gebräuchlich ist und deswegen auch Hollandoise heiſst, in einer Minute 25 bis 28 Schwingungen, wenn die Höhe $3\frac{1}{2}$ Schuh beträgt. Sie dient vorzüglich zu Aufräumungen der Gräben, Canäle und Deiche; denn bey Baustellen ist gewöhnlich zu wenig Platz dazu. Auch macht sie eine den Fundirungen und Abdammungen nachtheilige Wasserbewegung.

Die Arbeit bey den Schlammausräumungen zu bewerkstelligen, wird der auszuräumende Bezirk nach und nach in verschiedene Abtheilungen, entweder mittelst Erddämmen oder vertical eingeschlagenen Planken und Verschalungen abgetheilt. Zuerst muſs dann der untere Theil vom Wasser, mittelst der

(*) Bey vier Richtbäumen liegt ein Queerbaum von dem einem paar Richtbäume bis zum andern.

Schwungschaufel (vom Modder durch Spatenarbeit) gereinigt werden.

§. 9. Der *Hebe-* oder *Wipptrog*, Fig. 20. Tab. 91., dient um das Wasser drey bis vier Schuh hoch zu heben. In dessen Boden ist vorne bey *A* eine Klappe, die sich, während der Hebetrog ins Wasser getaucht wird, öffnet, aber zufällt, sobald derselbe aus dem Wasser gehoben ist. Man sieht sogleich, daſs diese Vorrichtung sehr schwer ist und eine starke Bewegung im Wasser selbst, da, wo die Arbeiter stehen, macht. Eine andere Art Vorrichtung, bey welcher die Wipprinne in der Mitte aufliegt am Schöpfende mit einem Eimer, der, indem er beym Niederdrücken gegen dieselbe anstöſst, sich ausleert, versehen ist; verdient vor der ersteren den Vorzug, weil die Arbeiter mit mehr Vortheil arbeiten können. Beyde Methoden dürften aber gegenwärtig wenig Anwendung finden.

§. 10. Eine Verbesserung des Hebetroges ist das Schaukelgerinne oder die *Wasserwippe*, Tab. 88, Fig. 11, 12 und 13.

Die Seitenansicht, welche die Art und Weise, nach welcher wechselseitig jedes Ende dieser Wippe mittelst des Zuges mit Seilen, die an den Enden befestigt werden, in das Wasser getaucht wird, vorstellt, ist in Fig. 11. gezeichnet. Der Grundriſs ist in Fig. 13. und das Profil in Fig. 12. zu sehen. Nach den von Perronet bekannt gemachten Erfahrungen ist diese Vorrichtung von zehn Mann an jeder Seite, die am Seile ziehen, binnen einer Minute fünfmal eingetaucht worden. Bey jeder Eintauchung sind drey Schuh hoch zwey Cubik-Schuh aufgehoben, d. i. durch die Oeffnung *a* ausgegossen. Beym Gebrauch dieser Wasserwippe trat der nachtheilige Umstand ein, welchen die Schwungschaufel und der Hebetrog mit ihr gemein haben, daſs sie in dem auszuschöpfenden Wasserbezirk eine starkwogende Bewegung verursachte: — die entweder Fangedämme oder das angefangene Mauerwerk unterwäscht. Sie erfordert daher einen groſsen Raum und Perronet war, beym Bau der Brücke von Neuilly, genöthigt, dieselbe wieder abzuschaffen.

§. 11. Die bey Belidor Tom. 11. Cap. IV. Tab. 8. Fig. gezeichneten an einem Balken hängenden *Balancier-Rinnen*, sind von einem Franzosen Morel erfunden um das Wasser bis auf eine Höhe von 15 Schuh zu heben. Wenn diese aus Rinnen bestehende an einem Zapfen hängenden Maschine in Schwingung gesetzt ist, von denen an den untern oder obern Enden mittelst Seile ziehenden Arbeitern: so tauchen die zwo Enderinnen in das Wasser und werden höher als der erste Wendepunkt der ersten Rinne liegt gehoben, damit das Wasser in die zweite Rinne falle, welches eine in der Rinne befindliche Klappe aufhebt. Steigt alsdenn bey der zweiten Schwingung der Wendepunkt der zwoten Rinne höher als der nächstfolgende, so schliefst das Wasser eine Klappe in der untern Rinne und senkt sich in diese Rinne, wo es die daselbst liegende Klappe öffnet um abermals in die zunächstfolgende Rinne einzutreten. Auf diese Weise fällt das Wasser aus einer Rinne in die andere und endlich aus der obern dahin, wo man es hinauf fördern wollte. Man sieht sogleich, dafs diese Vorrichtung mit dem Schaukelgerinne und der Schwungschaufel die nämlichen Unbequemlichkeiten, das sind starke Wasserbewegungen, gemein hat, folglich alle drey Vorrichtungen mehr bey Canälen und Gräben, als bey solchen Baustellen die mittelst Interims-Abdammungen abgeschlossen sind, angewendet werden können. Uebrigens sind mir keine mit dem Balanzier-Rinnen von andern bewerkstelligten Erfahrungen bekannt und ich vermuthe, dafs wenig Gebrauch davon gemacht worden ist. Da ich nun die gute Anwendbarkeit dieser Maschine bezweifle, so habe ich nicht für nöthig gefunden, die Kupfer damit zu vermehren. Wer sie kennen und gebrauchen will mag daher im Belidor nachschlagen.

§. 12. Die an einem Gerüste hängende Maschinerie mit ausgiefsenden oder umstürzenden Eimern Tab. 87. Fig. 13. und 14. ist von einem Franzosen Nahmens Lonce eingerichtet. In Fig. 13. wird sie von der Seite und in Fig. 14. von vorne, aber ohne Kunstkette, vorgestellt. Diese Kette (Fig. 3. und 5.) und

ihre Glieder laufen über zwey auf die Trommel angebrachte prismatische, eiserne, kupferne, oder mefsingene Sättel (*a*), welche so hoch hervorstehen, dafs die Schaken oder Glieder der Kette nicht davon abgleiten. Unten bewegt sich die Kette frey über die Trommel oder Walze *e*, welche zu beyden Seiten hervorstehende Wülste hat, damit die Kette nicht abgleitet. Auf das Gerüste treten vier Mann, welche die Kurbeln (*b*), folglich die Trommel, drehen. Auf diese Weise schieben die Sättel *a* die Kette (*) fort, mithin werden die vollen Eimer nach dem Wassertrog (4) hinaufgezogen. Diese Eimer werden alsdann durch das Ueberstehen des Troges genöthigt, sich in demselben zu ergiefsen. Auch kann man den Trog über die Trommel (*a*) anbringen, damit der Eimer (3) so wie er die in Fig. 13. gezeichnete Lage erhält, sein Wasser ausgiefst. Die Eimer können von Blech oder Holz gemacht werden. Bestimmte Erfahrungen über diese Vorrichtung sind mir nicht bekannt.

§. 13. Das *Schaufelwerk* (Tab. 87. Fig. 1. 2. 3. 4. und Tab. 91. Fig. 21. 22. 23. 24.) besteht aus einem Gerinne *a*, *b*, Fig. 21. welches einen Boden hat, worauf die *Schaufeln*, *Paletten* oder *Schiebebretter* (*x* Fig. 23.) genannt, aufsteigen, die das Wasser vor sich herschieben; zu welchem Ende das Gerinne zwey Seitenwände *c d* und *e f* Fig. 22. hat. Dieses *Steige-Gerinne a b* bedecken einige Baumeister mit einem Deckel, welcher dem über die Schaufeln zurücksprudelnden Wasser noch einen Widerstand entgegensetzt, so dafs die Last vergröfsert wird. Es scheint dafs auch Perronet zur Vermeidung dieses Widerstandes offne Steige-Gerinne gebraucht habe. Parallel mit demselben liegt das zweyte Gerinne oder das *Abgleit-Gerinne l m* welches ich so benenne, weil darin die Schaufeln *x* abgleiten. Dieses mufs aber deswegen einen Schuh kürzer als das Aufsteig-Gerinne seyn, damit die Paletten *x* nicht dagegen anstofsen. Es mufs nämlich

(*) Wie diese Kette beschaffen ist, dies sieht man in Fig. 3. 5 und 6, Tab. 82. deutlich.

die Kunstkette (*z*) an welche dieselben befestigt sind, wegen der leichtern Bewegung, nicht zu stark angezogen werden, folglich stofsen die Schaufeln oder Paletten an die Oeffnung des Ableit- Gerinnes, wenn es zu lang ist. Beyde Gerinne die man zwischen 18 und 36 Schuh lang macht, würden aber durchbiegen, wenn nicht hölzerne Joche *yy* sie trügen.

Die Paletten, mithin auch die Kunstkettenglieder *z*, werden von den zwo Trillingen *g* und *h* fortgeschoben, wenn die die Kurbeln *i* und *k* drehenden Arbeiter den oberen Trilling herum drehen. Die Schaufeln fördern daher das Wasser auf die der Stellung des Schaufelwerkes angemessene Höhe. Zur Vermeidung der Reibung mufs an beyden Wänden von den Steigegerinnen, längs den Schaufeln hin, ein Spielraum *u u*, von drey bis vier Linien, bleiben. In dem Obern - oder Abgleit- Gerinne kann derselbe 8 Linien betragen. Die Wände *a b* des Steigegerinnes müssen 4 bis 6 Zoll höher als die Schaufeln seyn, damit das Wasser nicht seitwärts aussprudele. Bey dem obern Gerinne mögen die Wände zur Vermeidung der Reibung von den Schaufeln längs demselben nur halb so hoch seyn als bey dem Untern.

Die Schaufeln sind gewöhnlich 4½ bis 8 Zoll hoch, 5½ bis bis 15 Zoll breit und wenn sie von Holz sind 6 bis 9 Linien dick. Sind sie von Eisenblech, so ist ihre Dicke von 4 Linien hinreichend. Der Abstand, in welchem sie gewöhnlich gestellt werden, beträgt 6 bis 12 Zoll. Die Schaufeln, bey denen zum Bau der Brücke von Orleans gebrauchten Schaufelwerke, Tab. 87. Fig. 4. — auch 1. 2. — waren von Eisenblech und 6 Linien stark, 15 Zoll breit, 7 Zoll hoch, und auf 10½ Zoll Abstand gestellt.

Die Schaufeln werden auf die Kunstkette senkrecht aufgesetzt und unterhalb mit einem Spliefs *M* (Fig. 23., Tab. 91.) befestigt. Die Kunstkette hat in der Mitte zwischen zwo Schiebern eine Schacke oder eine Gewerbe *n*. Ist es ein Gewerbe, so beträgt dessen Dicke 4 Linien. Die Kette kann von Kupfer,

Messing oder Eisen gemacht werden, weil die hölzernen Gewerbe oft brechen. Die gröfseren Paletten werden gewöhnlich auf zwey Gewerbe-Ketten (Fig. 1. 2. und 4. Tab. 87.) befestigt. Wenn man aber den Paletten, selbst bey grofsen Maschinen, die wahre Gröfse giebt, das ist, dieselben nicht über 12 Zoll breit macht, so ist eine Kette in der Mitte der Schaufeln hinreichend. Dieselbe könnte auch die in Fig. 15. Tab. 87. und Fig. *yz* Tab. 91. dargestellte Form erhalten, damit sie sich um die Getriebe *g*, *h* besser abwickelt. Ich habe kürzlich mit einer solchen Kette ein in Tab. 91. dargestelltes Schaufelwerk, welches 84 Schaufeln hat, machen lassen. Es geht leicht, weil die Biegung der Kunstkette besser als mit den Gewerben ist. Die Befestigung der Paletten ist dabey dadurch bewerkstelligt, dafs durch die Schaufeln die zwo Oehsenblätter *m* und *n* hindurch gehn, und damit die Schaufel senkrecht steht, so sind darin zwey an die Paletten anschliefsende Stifte *oo* gestellt. Diese Kette kann von Eisendrath gemacht werden. Sie ist leichter, wie eine in *D* von oben und in *E* von der Seite dargestellte Gewerbekette und vertritt wegen ihrer Breite die Stelle zweyer Ketten, welche einige bey etwas breiten Paletten für nothwendig erachten.

§. 14. Die zwo Getriebe *g* und *h* müssen nun so viele Stäbe haben, damit jeder Stab auf die Mitte der Kunstkette, zwischen zwo Paletten, kömmt. Folglich hängt ihr Umfang, so wie die Anzahl der Stäbe von dem Abstand der Paletten ab. Ihr Durchmesser wechselt daher von 1′ 4″ bis 3 Fufs. Die eiserne Welle *q* eines jeden Getriebes liegt in einem messingenen Lager und ist von einer messingenen Platte, gegen das Ausgleiten, gedeckt.

Wenn man diese Maschine im Beharrungsstande sieht, so wird man gewahr, dafs die Kunstkette so angespannt ist, dafs ihre Mitte zwischen zwo Paletten immer auf einem Triebstock des Getriebes zu liegen kömmt. Welches auch so seyn mufs, weil sonst die Schaufeln an derselben anstofsen und daher entweder brechen oder bey ihrem Umtriebe eine Stockung entstehen müfste.

Diese Anspannung der Kunstkette, welche (wie gesagt) nicht zu straff seyn darf, zu bewirken, dazu ist folgende Vorrichtung nothwendig. Das aus einer Composition von Messing und Kupfer verfertigte Unterlager *SS*, Fig. 23. Tab. 91. der Welle *q* des Getriebes *g* ist auf einer eisernen Rinne *tt* beweglich. Auf dieser steht in *u* ein Eisen, worin eine Schraubenmutter geschnitten ist. Durch dieses geht die aus dem beweglichen Unterlager befestigte Schraube *v*. Und damit dieselbe von den Arbeitern nicht willkührlich gedreht werden oder zurückgehen könne, so hängt auf einem Eisendrath *w*, ein an der Schraube gelegter Schraubenschlüssel. Diese gesammte Vorrichtung wird nun auf den beyden Seiten des obern Trillings, *gg*, angebracht und so kann dann vermittelst derselben die Schaufel- oder Kunstkette angespannt werden, wie es die Nothwendigkeit erheischt. Sie wird von einigen der *Wagen* genannt. Ich würde sie die *Stell-Vorrichtung* nennen.

§. 15. Wer die Wirkungsart eines solchen Schaufelwerks beobachtet hat, der wird sich von dem ruckweisen Fortschube der Paletten über die Getriebe *gh* überzeugt haben und daher die Einrichtung von zwey an die Axe des obern Getriebes angebrachten Schwungrädern 3. 3. sehr zweckmäſsig erkennen. Ein solches Schwungrad mag vier Schuh im Durchmesser groſs seyn. Damit das Getriebe *g* fest und dauerhaft sey, so sind vier eiserne Stäbe 4, 4, von einer Scheibe 5, zur andern 6 gehend, angebracht. Die Backen 7, 7, welche den obern Theil der Maschine tragen, sind an das Steigegerinne *a*, *b*, mittelst Schrauben 8, 8, befestigt. Sie werden übrigens von dem Fuſsgestelle 9 und 10 getragen, welches auf dem Fangedamm *A* steht.

§. 16. An den gewöhnlichen Schaufelwerken werden acht Mann (Fig. 21.) angestellt, die sich auch der an den Kurbeln angebrachter Stoſsstangen, von $3\frac{1}{2}$ Fuſs Länge, bedienen. So wie diese nun das obere Getriebe umdrehen, werden die Paletten fortgeschoben, welche unten im Wasser stehen, mithin dasselbe vor sich herschieben und bis zur Ausguſsöffnung bringen.

Groſse Schaufelwerke können auch mittelst eines Vorlages, durch ein Wasserrad, Tab. 87. Fig. 1. und 2., oder einen Pferdegöpel, Fig. 3. betrieben werden.

§. 17. Weil solche Maschine nicht viel tiefer als bis zur Axe des untern Getriebes ins Wasser getaucht werden sollte, so ist ein eiserner Bügel VI. (Fig. 21. Tab. 91.) angebracht, woran ein Seil befestigt ist, welches entweder mittelst eines Flaschenzuges oder einer Winde aufgewunden wird; auf welche Weise also die Lage des Schaufelwerkes nach Belieben verändert werden kann.

Endlich muſs man bey dem Gebrauch besorgt seyn, daſs weder Stroh noch Wurzelwerk oder Steine in der Nähe der Einfluſsmündung kommen. Es ist daher auf einer Entfernung von sechs bis zehn Fuſs von der Maschine, der untere Theil mit einer kleinen Bretterwand zu umgeben, oder der Unrath auf eine andere Art abzuhalten, so oft dies nöthig wird.

Auch ein Theil des Bodens, worauf die Maschine im Wasser steht, muſs mit Planken belegt werden, damit der Grund von der Bewegung des Wassers nicht aufgewühlt, folglich weder Sand, Steine und dergleichen Materialien nicht nach dem Steiggerinne hingetrieben werde. *Eine Anstalt, die auch bey den übrigen Schöpfmaschinen als Regel gilt.*

§. 18. Die Länge der gewöhnlichen Schaufelwerke beträgt 18 bis 32 Schuh und es können dieselbe für 200 bis 400 fl. verfertigt werden. Kettenglieder und Schaufeln müssen auf der Baustelle in Vorrath vorhanden seyn, damit, wenn etwas bricht, solches sogleich wieder ausgebessert werde. Ausser den Schaufeln und den Getrieben kann das übrige aus Kiefern oder Tannenholz verfertigt werden.

§. 19. Wenn man sich die Wirkungsart eines Schaufelwerkes so denkt, daſs das zwischen den zwo Paletten *d* und *e* Fig. x. Tab. 91. fortgeschobene Wasser sich horizontal in *df* stellt, folglich nur das in *dfa* bleibende Wasser aufgeschoben wird: so erhält man mittelst folgender Berechnung die (schein-

bare) Wassermenge, welche das Schaufelwerk, nach dieser Hypothese, auffördern würde. Es sey z. B. die Lage des Schaufelwerkes ac mit dem Horizont $ab = 21$ Grad. Die Höhe der Paletten $6'' = ad$; deren Abstand $de = 6''$.

Nun ist log. $ef =$ log. tang. $edf +$ log. $de = 2''\ 3'''$. Da die Weite der Steiggerinne $15''$ beträgt und $de = 6''$ ist: so erhält man für den cubischen Inhalt von $def = 2''\ 3''' \times 3'' \times 15'' =$ 101,25 Cubikzoll. Der gesammte kubische Raum zwischen zwey Paletten, oder von einer Zelle, wenn die Steiggerinne horizontal läge, würde aber betragen $6'' \times 6'' \times 15'' = 540$ Cubikzoll; also bleibt für den gesuchten Wasserkörper — der nach obiger Hypothese von jeder Palette aufgeschoben werden würde — 438,75 C.Z.

§. 20. Ganz anders wie diese bis jetzt von einigen Schriftstellern angenommene Hypothese ist aber die *wirkliche Wirkungsart* eines Schaufelwerkes, wenn es im Beharrungsstande ist, und daher kann diese Vorstellung bey der Berechnung des wahren Effekts schlechterdings nicht zum Grunde gelegt werden, weswegen ich auch oben nur von einer *scheinbahren* Wassermenge geredet habe. Wird nämlich die Aufförderung des Wassers, welches von den Schaufeln geschieht, beobachtet, so zeigt sich *a*) dafs dieselben ganz mit Wasser Fig. *B* Tab. 91. bedeckt sind, *b*) dafs das aufgeschobene Wasser in der Oberfläche über die Schaufeln aufsprudelt und rückwärts sich loszureissen strebt, mithin ein Theil davon rückwärts über die Schaufeln fällt. Auf diese Weise mufs sich daher die Wassermenge, welche von jeder Palette aufgefördert wird, nach Mafsgabe des langsamen Ganges der Maschine, verringern, weil dabey das Abfallen des Wassers leichter als beym schnellen Gange der Maschine vor sich gehn kann. Eine gleiche Wirkung tritt ein, je nachdem die Stellung des Schaufelwerks nach gröfsern Winkeln statt hat. So mufs z. B. bey einem Winkel von 40^0 mehr Wasser rückwärts über die Paletten stürzen als bey einem Winkel von dreyfsig Graden.

§. 21. Ehe ich indessen über den ökonomischen Effekt der Schaufelwerke mehr anführe, will ich folgendes über den

Winkel unter welchen sie nach den verschiedenen Theorien gestellt werden sollten, bemerken:

a) Perronet hat die Schaufelwerke unter einem Winkel von 21 Grad legen lassen. *b*) Eytelwein in seinem Handbuch der Mechanik und Karsten in seinem Lehrbegriff der Mathematik finden die Gröfse dieses Winkels zu 37°, 38′, *c*.) Belidor (§. 729) berechnet ihn zu 24°, 21′ und Langsdorf zu 37° 40′.

§. 22. Bey diesen Berechnungen hat man die im 18 §. gewählte Vorstellung; über die Aufschiebung des Wassers mittelst den Schaufeln gewählt; die aber in der Praxis nicht eintritt, wo das Wasser wie gesagt über die Schaufeln zurücksprudelt; selbst bey einem verdeckten Steiggerinne weil zwischen dem Deckel und den Schaufeln ein Raum bleiben mufs. Es kann daher kein Zweifel darüber entstehen, dafs bey einer und der nämlichen Geschwindigkeit der Schaufeln eine desto gröfsere Wassermenge aufgefördert werde, je kleiner der Winkel ist, unter welchen man die Maschine stellt. Folgende Beobachtungen, die ich hier in Wien im Monath Juny 1804. angestellt habe, werden dieses bestätigen.

Die Abmessungen des Schaufelwerkes waren folgende. Die Länge des Steigegerinnes vom Einflufs bis zum Ausflufs 18′ 9″ (Wien. M.); die Weite desselben 6″. 6‴; die Höhe 7″ 6‴. Der kubische Raum zwischen zwo eichenen Schaufeln, ohne die Kunstkette, betrug 169″. Die Länge einer Schaufel 6″, die Höhe 4″ 9‴; de Dicke 7‴, der Abstand der Schaufeln war 6″; der Durchmesser des obern und untern Trillings war 1′ 4″; die Anzahl Stäbe betrug neune. Die Kette hatte 79 Schaufeln; sie war von Messing und 4 bis 6‴ stark. An jeder Kurbel arbeiteten vier Mann, nämlich mit Zugstangen. Die Kurbelzapfen hatten aber keine Schwungräder. Das Gefäfs, welches gefüllt wurde, enthielt genau zwanzig Wiener Cubikschuh. Hierbey bemerke ich zugleich, dafs die Schöpfmaschinen bey Baustellen in gut gepichten und mit höher und niedrig stehenden und zu verschliefsenden Oeffnungen versehene Kästen ausgiefsen können, damit man beym niedrigen Stande des nahen Stromes nicht immer das Wasser über den Fangedam-

me, sondern nur in den Kasten zu heben nöthig habe: von dem es dann ausfliefst. Die Seitenwände dieses Kastens machen dann natürlich einen Theil der Seitenwände des Fangedammes aus.

Versuche mit einem solchen Schaufelwerke.

Bey einem Winkel von			Anzahl der Beobachtungen.	Zeit, in welcher das Gefäfs gefüllt wurde.	Anzahl der Umdrehungen.	reduzirt auf 1 Minute.			Auf jeder Schaufel kommen Cubikzoll.	Raum, den die Kunstkette oder die Schaufeln in jeder Sek. zurücklegten.	Verticale Höhe des Schaufelwerks oder Förderungshöhe.	Wassermenge oder ökonomischer Effekt in einer Stunde.
						Anzahl der Umdrehungen.	Wassermenge in Cubikschuhen.	Anzahl der Schaufeln, welche einen Punkt passirten.				
Gr.	M.	Sec.		Sec.						Schuhe	Fufs	Cubikschuh
48	18	7	1	51	62	73,00	24,333	657,00	64,0	5,47	14	1460
			2	81	75	55,55	14,870	499,95	51,4	4,15		890 (*)
			3	80	75	56,20	15,000	505,80	51,0	4,20		900 (*)
39	47	30	1	52	54	62,30	23,070	560,70	73,0	4,66	12	1384
			2	50	50	60,00	24,000	540,00	76,7	4,50		1440 (*)
25	15	20	1	45	36	48,00	24,000	432,00	96,0	3,60	8	1440
			2	40	35	52,50	30,000	472,50	111,8	3,93		1800 (*)
18	39	40	1	42	33	47,14	28,57	424,26	116,4	3,53	6	1714 (**)
			2	54	34	37,77	22,21	339,93	112,9	2,82		1332
			3	27	40	89,00	44,50	801,00	96,0	6,67		2670

(*) Diese Versuche geschahen bey gewöhnlicher Arbeit, so dafs die Arbeiter alle zwey Stunden hätten abgelöfst werden dürfen, welches daher diejenige Arbeit ist, die in Praxis eine Anwendung findet. Es ist nämlich die Geschwindigkeit von vier Schuh in der Secunde mit welcher die Arbeiter die Schaufeln fortbewegen können, wenn ihrer nicht zu wenige angestellt werden, diejenige, welche ihren Kräften angemessen ist. Bey dem von Perronet gebrauchten Schaufelwerke, war die Geschwindigkeit nur 2,5 Schuh; bey denen in Potsdam von Manger gebrauchten $2\frac{3}{4}$ Fufs.

(**) Von den drey letzten in dieser Tabelle mitgetheilten Versuchen mufs man den dritten und zweyten addiren und das Mittel für den ökonomischen Effekt der 2001 Cubikschuh ist, wählen, weil beym 2ten Versuche die Geschwindigkeit zu geringe und beym letzten zu grofs ist.

§. 23. Aus diesen Beobachtungen geht demnach hervor. *a.*) Daſs je kleiner der Winkel unter welchem das Schaufelwerk liegt, ist, desto mehr Wasser von einer Schaufel fortgeschoben wird; selbst bey einer geringern Geschwindigkeit der Schaufeln. *b.*) daſs daher bey einer kleinen Anzahl Umdrehungen in einer Minute ein gröſserer ökonomischer Effekt entsteht.

Es sind sonach die bis jetzt bestehenden Theorien für die Praxis nicht brauchbar. Wer übrigens die Wirkungsart eines Schaufelwerkes beobachtet und es sieht, daſs das Wasser über jede Schaufel rückwärts abstürzt und die Schaufeln mit Wasser bedeckt sind, der wird sogleich die im 18. §. bey den bisherigen Theorien gewählte Vorstellungsart mit der Wirkung in Praxis nicht übereinstimmend finden, und die Resultate der vorstehenden Tabelle sich leicht aus dem Angeführten erklären.

§. 24. Da die Art und Weise, nach welcher Perronet sich der Schaufelwerke bedient hat, für die Praxis wichtig ist, so will ich dieselbe aus dessen Werken ausziehen. Bey der Brücke von Orléans wurden dieselben entweder von Pferden (Fig. 3. Tab. 87.) oder von dem Flusse selbst (Fig. 1 und 2) in Bewegung gesetzt. Nachdem bereits vorne der Mechanismus solcher Schaufelwerke beschrieben ist, so erklären die citirten Figuren das weitere und ich will nur noch folgende Erläuterungen anführen. Damit das Wasserrad, je nach dem Steigen und Fallen des Stromes hoch und niedrig gestellt werden konnte, so wurde das Rad auf zwey Lager gelegt, welche Schraubenmuttern erhielten. Durch diese wurden die Schrauben *d* und *e* Fig. 1., umgedreht, mithin das Wellager, folglich auch das Rad, gehoben. Diese einfache Vorrichtung vertritt die Stelle der Ziehpanster und Winden. Sie kann bey ähnlichen Absichten mit Nutzen gebraucht werden und ich habe sie auch bey der Wasserschraube unter dem Träger mit Erfolg angewendet.

Wenn der Fluſs 1½ Schuh über sein niedrigstes Wasser stand, so machte das Schaufel- oder Wasserrad, an dessen einem Kranze ein Stirnrad *c*, Fig. 2. gemacht war, 165 Umgänge in

der Stunde, welches zwey Schuh Geschwindigkeit in der Sekunde giebt. Der Fluſs legte sechs Schuh zurück, nämlich in der günstigsten Zeit: denn das Wasserrad machte ungleiche Umläufe, weil eine Aufstauung in dem in zwo Arme getheilten Flusse, vor dem Rade, entstand, die so lange dauerte, bis sie stark genug war, sich zu ergiessen, wo alsdann die Geschwindigkeit des Wasserrades zunahm. Ein Umstand, der bey den Wasserstauungen mittelst welchen auf die Maschinen nicht eine solche Wassermenge, welche den Beharrungsstand unterhalten kann, geführt wird, allemahl statt finden muſs.

2.) War der Wasserstand des Flusses zwey Schuh über dem niedrigsten, so machte das Wasserrad in der Stunde 180 Umgänge, welches drey Schuh für die Geschwindigkeit des Rades und neun Schuh für die des Flusses giebt (*). 3.) Wenn der Wasserstand $2\frac{1}{2}$ Fuſs war, so machte das Rad 216 Umgänge. 4.) Wenn der Wasserstand 3 Fuſs betrug, so machte das Rad 240 Umgänge.

Bey dem ersten Fall waren die Schaufeln 30 Zoll eingetaucht, bey dem zweyten Falle tiefer; bey den letztern Wasserständen durften sie nicht tiefer, denn 15 Zoll eingetaucht werden, wenn das Rad nicht brechen sollte. Als der Strom aber bis zur Hälfte des Halbmessers vom Wasserende hinauf stieg, brach das Rad zweymal, und deswegen wurde die eben beschriebene Schrauben-Vorrichtung gemacht. Der zweyte Fall kann übrigens als ein Mittel angenommen werden, weil der Wasserstand, welcher diese Geschwindigkeit hervorbrachte, am längsten dauerte. 5.) An dem Kranz des Wasserrades waren 124 Zähne eingesetzt. 6.) Der Drehling *n*, welcher durch diese unmittelbar in Bewegung gesetzt wurde, hatte 15 Stäbe, der zwey-

(*) Dies trift mit meinen Erfahrungen überein, daſs nämlich die Wasserräder der Schiffmühlen $\frac{1}{3}$ von der Geschwindigkeit des sie treibenden Stromes haben. Solche in einen Fluſs eingehangene Wasserräder kann man aber füglich mit den Wasserrädern der Schiffmühlen vergleichen.

te an eben dieser Welle befindliche Drehling *a*, welcher das Schaufelwerk in Bewegung setzte, d. i. um welcher sich die Kette dieses letztern wickelte, hatte acht Stäbe. Da nun jeder Stab des letztern Drehlings eine Palette fortschob, so wurden $66\frac{2}{5}$ Paletten bey jedem Umgang des Wasserrades fortgeschoben, folglich in einer Stunde bey dem zweyten Fall $66\frac{2}{3} \times 180 = 11904$ Paletten. Jede Palette schob in dem obern offenen Steiggerinne 290 Cubikzoll Wasser vor sich hin (*), folglich war der so berechnete ökonomische Effekt binnen einer Stunde 1997,77 Cubikschuh. Dies ist fast das fünffache der Wirkung eines Paternosterwerkes, wodurch täglich 60 Mann erspart wurden. Diese Maschinerie kostete 1148 Livres.

§. 25. Bey diesem Brückenbau bediente sich Perronet auch zweyer Schaufelwerke, welche durch ein Kammrad, das mittelst eines Pferdegöpels (Fig. 3. Fig. 87.) herum bewegt ward, in Gang gesetzt wurden. Zwölf Pferde zogen zugleich an den Göpel (**) und diese mufsten alle zwey Stunden abgelöfst werden, so, dafs man deren auf die Tag- und Nachtarbeit 36 unterhalten mufste. Das an der Welle (3) des Göpels befestigte Kammrad (5) wurde 140 mahl in der Stunde (von zwölf Pferden) umgedreht, wenn man die beyden Schaufelwerke im Gange erhielt. Aber es mufs $\frac{1}{10}$ für die beym Umspannen und Ausbessern verlohrne Zeit abgerechnet werden, folglich bleiben noch 126 Umdrehungen.

Da das Rad 115 Zähne, jeder der zwo Drehlinge (7) acht Stäbe hatte, so wurden in jeder Stunde 9660 Paletten (wenn die Steiggerinne unter einem Winkel von 21 Grad geneigt lag)

(*) Wenn man nämlich die Berechnung nach der im 18. §. aufgestellten Hypothese, anstellt, welches Perronet thut. Es ist aber zu bedauren, dafs Perronet nicht Beobachtungen über den ökonomischen Effekt anstellen liefs.

(**) Wie ein solcher Pferdegöpel aus zwey Schaufelwerken und das Emplacement mehrerer Paternosterwerke im Grundrisse erscheint, das zeigt die 23. Figur in *a* und *d* auf Tab. 84.

von ihrer Stelle geschoben: nämlich bey jedem Schaufelwerke (*). Beyde brachten in der Stunde 4905 (**) Cubikfuſs Wasser auf, welches dem Effekte von zwölf Paternosterwerken zu deren jedem zwölf Arbeiter (je vier in jeder Arbeitszeit) gebraucht werden. Kennt man nun die Kosten der von Menschen und Pferden geleisteten Arbeit, so wie der Maschine, dann läſst sich der Vergleich, welche Maschine man auf jedem Local gebrauchen müsse, leicht berechnen. Wobey in Betracht zu ziehen ist, daſs die Ablösungen der Menschen oder Thiere, bey allen solchen Schöpfmaschinen, die in Baustellen gebraucht werden, worin es auf die Zeit, in welcher das Wasser ausgefördert werden kann, wesentlich ankömmt, alle Stunden oder alle zwey Stunden geschehen muſs, und daſs man stets die dreyfache Zahl, des Ausruhens wegen, in Rechnung zu bringen hat.

Jedes Schaufelwerk von diesen zweyen, gab daher in der Minute 42,3 Cubikfuſs. Das von dem Wasserrade getriebene Schaufelwerk nur 33,24 Cubikschuh.

§. 26. In Potsdam, wo unter der Regierung *Friedrichs des Groſsen* von dem sich um die praktische Baukunst sehr verdient gemachten Bauinspektor Manger kostbare Grundbaue gemacht wurden, ist der ökonomische Effekt eines dortigen von acht Mann betriebenen Schaufelwerkes $46\frac{5}{6}$ rheinl. Cubikschuh gewesen. (Mangers Beyträge zur praktischen Baukunst. S. 46.). Solche Schaufelwerke waren 32′ lang. Die Weite des Steiggerinnes war 14″, die Höhe 5′, der Abstand der Paletten betrug 7″. Das Steiggerinne war unter einem Winkel von 35 Grad gestellt.

(*) Die Höhe jeder Palette betrug 6 Zoll, der Abstand eben so viel und die Breite der Steiggerinne 15 Zoll. Die Schaufel- oder Paletten-Breite war 14 Zoll 6 Linien.

(**) Nach der im 19. §. angegebenen Berechnung würde von jeder Palette aufgehoben seyn 438,78,⁰‴ folglich ohne die Kunstkette abzuziehen 5057 Cubikschuh, nämlich von beyden Schaufelwerken, welches Resultat also von dem obigen abweicht.

§. 27. *Belidor* giebt im ersten Theil seiner Wasserbaukunst §. 732. eine Beschreibung solcher Schaufelwerke und den ökonomischen Effekt eines in Strafsburg gestandenen zu 2647 Cubikschuh in der Stunde, also 44,1 Cubikschuh in der Minute. Dessen Paletten waren 6″ hoch, $9\frac{1}{2}$ breit und auf 6″ Abstand gestellt. Die Geschwindigkeit, womit die Paletten fortgeschoben wurden, betrug beynahe $2\frac{1}{2}$ Schuh in der Secunde.

Karsten (Lehrbegriff 6ter Theil §. 553.) berechnet diese Wassermenge zu 2112 Cubikschuh in der Stunde, d. i. zu 35,2 Cubikschuh in der Minute, und Belidor meint, dafs die Arbeiter füglich die Kurbel 60 mal in der Minute herumdrehen könnten, welches auch bey denen am Canal in der Picardie gebrauchten Paternosterwerken geschehen sey. Er verlangt *mit Recht*, dafs der Abstand zweyer Paletten der Höhe einer Palette gleich seyn müsse und führt die Versicherung einiger Ingenieure an, welche behauptet hätten, dafs ein anders zu Strafsburg errichtet gewesenes Schaufelwerk nur die Hälfte Wassers von jenem ersteren aufgefördert hatte, und dafs dessen Effekt vorzüglich so schlecht deswegen gewesen sey, weil seine Paletten 4″ hoch, 11″ breit und auf 8″ Abstand gestellt waren, d. i. die Höhe der Paletten von ihrem Abstande so sehr abwichen.

Die beym Bau der Cherbourger Stauschleuse angebrachten Schaufelwerke, von denen jedes Werk mit 12 Mann getrieben wurde: sollen mit vier Schaufelwerken 13864 Cubikschuh Wasser in der Stunde aufgefördert worden seyn (Belidor II. §. 315.). Das gäbe 57,7 Cubikschuh in der Minute für jedes Schaufelwerk. Sie mufsten daher grofse Paletten haben.

§. 28. Wenn man alle diese hier aufgestellten Erfahrungen mit einander vergleicht, so entstehen folgende Resultate.

1.) Man sollte das Steiggerinne wo möglich nicht unter einem gröfseren Winkel als 30 Grad legen, es sey denn, dafs die Noth gebiete. Der gröfste Winkel, unter welchen das Wasser aufgefördert werden kann, ohne dessen nicht gar zu viel zu

verliehren, beträgt 50 Grad. Je kleiner dieser Winkel seyn kann, desto grösser ist die Wirkung; daher mag das Schaufelwerk immer etwas lang gemacht werden, um es in einen kleinen Winkel zu legen.

2.) Bey acht Arbeiter sollten die Schaufeln 6″ breit, 6″ hoch und auf 6″ Abstand gestellt seyn.

3.) Bey der grösten Gattung der Schaufelwerke sollten die Schaufeln 12″ Höhe und 12″ Breite und auf 12 Zoll Abstand gestellt seyn, folglich müssen die Schaufeln so breit als hoch gemacht werden.

4.) Die Geschwindigkeit der Schaufeln sollte bis vier Schuh in der Secunde betragen.

5.) Um der Maschine einen gleichförmigen Gang zu geben, dazu dienen die oben erwähnten Schwungräder, welche daher anzubringen sind. Solche Schwungräder kann man auch so einrichten, dafs an ihrem Umfange Gewichte von 25 bis 40 Pfund schwer angebracht sind, Fig. 8. Tab. 83., diese ihre Zahl mufs jedoch ungleich entweder dreye oder fünfe seyn, damit stets eines der Gewichte als eine Ueberwucht der Kraft erscheint, wenn die Maschine im Beharrungsstande versetzt ist. Ist es wohlfeiler sich der Pferde statt Menschen zu bedienen, so kann man für fünf Mann ein Pferd nehmen und zu der grösern Gattung von Schaufelwerken sind vier Pferde erforderlich, die alle Stunde oder alle zwey Stunden abgelöst werden.

§. 29. Die Schaufelwerke lassen sich endlich auch durch Windmühlen treiben, wo sie insonderheit zu den Wiesenbewässerungen sehr nutzbar sind. An die obere Welle des Schaufelwerkes mögen dann zwey Scheiben befindlich seyn und auf der Mühlenaxe eine. Um diese Scheiben können Riemen oder Seile gehen, wo also die Welle des Schaufelwerkes in Bewegung gesetzt wird. Belidor in seiner Wasserbaukunst 3. Buch 2. Cap. Tab. III. hat diese Maschinerie deutlich dargestellt.

§. 30. Ist die Baugrube zur Stellung solcher Schöpfmaschinen, welche einen grofsen Raum erfodern, zu klein, so müs-

sen Gattungen gewählt werden, die nicht viel Platz einnehmen. Zu diesen kann man vorzüglich die Saugepumpen und Paternosterwerke zählen. Die erstere haben jedoch die Unbequemlichkeit, daſs die Ventile öfters schadhaft werden, wozu das Schlammwasser besonders beyträgt. Denn will man ihren untern Theil mit zu engem den in die Röhre eindringenden Schlamm abzuhaltende Gitterwerke umgeben, so wird die freye Zuströmung des Wassers gehemmt. Sind aber dessen Oeffnungen etwas weit, so geht der Sand, ja es schlüpfen kleine Steinchen durch, welches alles das Spiel der Pumpe stört, und die Ventile verdirbt. Perronet bediente sich daher nicht der Saugepumpen. Er versteht nämlich (P. 3. Tom. 11. prem. Ed.) unter pompes-chapelets verticaux (Paternosterwerke) wie die 34. Kupfertafel des Perronetschen Werkes beweiſst, und nicht solche Pumpen; wie ein anderer Schriftsteller glaubt. Aus gleicher Ursache muſste man sie bey dem Bau der Cherbourger Schleuse (Belidor Tom. 11. §. 315.) verwerfen. Da indessen auch der Fall eintreten kann, daſs man sich bey Trockenhaltung der Baustellen der Pumpen bedient, so ist die Anwendung davon um so leichter, weil die Construktion der Pumpen bekannt ist. Wer sich aber über den Gebrauch und ihrer Einrichtung Raths erholen will, den verweise ich auf die von den Herrn Geheimen Ober-Bauräthe Gilly und Eytelwein heraus gegebene praktische Anweisung zur Wasserbaukunst 2tes Heft S. 30.

§. 31. Die *Paternoster*- oder *Rosenkranzwerke* (Tab. 91. Fig. 25. 26. 27. und 28.) sind hingegen sehr gut bey Ausschöpfung der Baustellen zu gebrauchen und werden, da sie wenig Raum einnehmen, häufig in Praxis angewendet. Das *Paternosterwerk* Fig. 25. besteht aus einer fünf bis sechs Zoll weiten gut gebohrten Röhre *a*, *b* (*Steigröhre*) in welcher die an einer Kette ohne Ende angebrachten *Scheiben c*, *c*, aufgezogen werden, und die das in die Röhre eingetretene Wasser vor sich herschieben. Die Steiggeröhre hat gewöhnlich nach der einen Hälfte eine Länge von 8 bis 24 Fuſs, weil man auf eine geringere Höhe

sich der Handeimer und auf eine höhere zwiefach angebrachter Maschinen, wo die untere Maschine das Wasser in einen Sammelkasten auffördert, aus welchem die obere es weiter aufwärts schöpft, oder grofser Schöpfräder, bedient. Indessen wird nur selten der Fall eintreten, dafs man das Wasser aus einer Baustelle höher denn 21 Schuh ausschöpfen mufs; folglich sind die gewöhnlichen Paternosterwerke hinreichend lang.

Wenn ich aber bey einer Länge der Steigröhre von 24 Fufs nur 21 Schuh Förderungshöhe annehme, so dient zur Erläuterung, dafs das Paternosterwerk gewöhnlich drey Schuh tief ins Wasser gestellt wird.

§. 32. Die Kunstkette eines solchen Paternosterwerks geht mit ihren Scheiben oberhalb über die *Gabelwalze y*, Fig. 25., welche, indem sie durch vier Mann, die an die zwo Kurbeln *i i* drehen, in Bewegung gesetzt wird, die Scheiben auffördert. Die untere vier Zoll im Durchmesser starke Walze *d*, welche in der Mitte der inneren Röhrenwand in den 12 bis 16 Zoll hohen Ausschnitt, *z*, *l*, *m*, angebracht wird, ist an den Seiten etwas dicker als in der Mitte, damit die Kette nicht davon abgleite, welche jedoch, wie Fig. 25. zeigt, nicht straff angespannt werden darf, um ohne Stöhrung aufgezogen zu werden. Diese Welle selbst, welche von aussen viereckigt seyn kann, wird an die Seiten der Oeffnung mittelst eines eisernen Nagels *c*, Fig. 26. befestigt. Die Entfernung der Scheiben *e*, *e*, beträgt etwa das vier bis sechsfache ihres Durchmessers und mufs den Wasserstand an der Steigröhre nie übertreffen: wenn der beste ökonomische Effekt erzielt werden soll. Wäre z. B. der Abstand zwoer Scheiben gröfser als die Wassersäule, worin das Paternosterwerk steht, so entsteht zwischen zwo Scheiben ein gewisser wasserleerer Raum.

Die Scheiben selbst sind, wie Belidor Tom. II. §. 740. umständlich beschreibt, folgendermaafsen gemacht. Der untere Theil Fig. 28. Tab. 91. jeder Scheibe besteht aus einem 6 bis 8 Linien von starken Leder, welches vorher in eine Mischung von heifsem

Theer, Oehl und Talg getränkt ist, gemachten Küssen *a*. Dasselbe wird an einem hölzernen Stöpsel *c*, durch welchen die Kunstkette *e* durchgeht, befestigt und daran mittelst des eisernen Spliefses *g*, zwischen welchen und dem ledernen Küssen eine eiserne eine Linie dicke Scheibe *F* liegt, angetrieben. Dieses Küssen ist deswegen von Leder, damit es, wenn es an die Steigröhre stöfst, nur wenig Reibung verursache. Dessen Durchmesser mufs aber, um diese Reibung zu vermeiden, nicht so grofs als die Weite der Steigröhre seyn. *Diese mufs genau vertical stehen*, weswegen die Befestigung derselben an einen Pfahl *l*, Fig. 2. Tab. 88. öfters nothwendig wird. Nach der Erfahrung kann der Durchmesser der Scheibe zwey bis drey Linien geringer als die Weite der Steigröhre seyn, ohne dafs ein Wasserverlust durch den Zwischenraum entsteht; wenn nur die Geschwindigkeit, mit welcher die Maschine im Beharrungsstand gesetzt und unterhalten wird, nicht zu geringe ist. Bey einer Maschine, die nur etwa 25 Umdrehungen in der Minute erhält, kann man die Scheibe 2 bis 3 Linien kleiner als die Röhrenweite machen, wobey vorausgesetzt wird, dafs die Röhre genau gebohrt ist und senkrecht steht. Es läfst sich dies auch aus der Adhäsion des Wassers an die Wand der Steigröhre erklären. Zur Vermeidung der Friction vom Küssen an diese Wand ist daher diese Vorschrift nicht ausser Acht zu lassen. Geringer kann indessen dieser Zwischenraum seyn, wenn man sich statt der aus starkem Leder verfertigten Scheibe der ledernen Ballen *b* Fig. 2. Tab. 88., die etwa 6 bis 10 Zoll lang sind, bedient, und die eher als die Scheiben aufgehen. Um jedoch bey diesen eine unnöthige Reibung zu vermeiden, so lasse man den Zwischenraum wenigstens eine Linie grofs. Zuweilen wird auch in der Mitte oder am Ende Fig. 29. eines solchen Ballens oder Püschels eine Scheibe von starken Leder angebracht.

Findet die Einrichtung mit der Scheibe statt, so nennt man diese Vorrichtung auch wohl ein *Scheibenwerk*, und wird ein

blofser Ballen gebraucht, so heifst sie ein *Püschelwerk*; oder dieses eine *Püschel-* und jenes eine *Scheibenkunst.*

Jede Maschine kann man mit einer 18 schuhigen Steigröhre für 150 fl. errichten lassen.

§. 33. Wenn diese ~~Vorrichtungen~~ den gröfsten ökonomischen Effekt leisten sollen, so mufs *a.*) die Kunstkette so leicht als möglich gemacht *b.*) die Reibung der Scheiben und Püscheln an der Röhrenwand vermieden werden. *c.*) Die Kette über die zwo Walzen sich so geschwinde als möglich umbiege und in den Steigeröhren mufs von zwey zu zwey Schuh eine drey Zoll weite Oeffnung gebohrt seyn, von denen man die eine oder andere öffnet, je nachdem der Strom fällt. Diese Löcher werden mit einem mit Werch umwickelten Zapfen verschlossen, dabey ist also die Absicht, das Wasser nicht auf eine unnöthige Höhe zu heben, folglich an Kraft zu sparen. Es mufs *e.*) das Wasser den Zwischenraum zwischen den Scheiben oder Püscheln fast ganz ausfüllen. Das letztere wird nur, wie im vorigen §. erwähnt ist, geschehen, wenn der Abstand zweyer Scheiben die Höhe des vor der Röhre stehenden Wassers nicht nur nicht übersteigt, sondern noch etwas kleiner ist. Es mufs daher das Paternosterwerk in eine gesenkte Stelle gesetzt werden, damit das darin befindliche Wasser stets vor der Steigeröhre höher stehe, als der Abstand zweyer Scheiben beträgt, wenn nämlich die untere Scheibe der untern Mündung gleich ist. Dies mufs so seyn, wenn das Paternosterwerk den gröfsten Effekt leisten soll. Sonst aber schöpft es so lange, als die Scheiben noch Wasser auffassen können, d. i. als das Wasser höher denn die untere Oeffnung der Röhre steht.

f.) Die beste Entfernung der Scheiben scheint 18 bis 28 Zoll zu seyn, wenn drey bis vier Mann an der Kurbel arbeiten. Die Zahl der Scheiben mufs aber ungleich seyn, damit, wenn zwey Scheiben oben auf dem Getriebe liegen, eine in die untere Oeffnung der Röhre eintritt.

Die Bedingungen in *a* und *e*, werden in Erfüllung gehen, wenn man aufser diesen Vorschriften sich der in Fig. 3. 5. und 6. Tab. 82. gezeichneten Kette bedient und der in Fig. 13. und 14. Tab. 88. gezeichneten eisernen oder die von Lonce erfundenen messingenen Sättel *a* auf der obern Trommel oder Walze statt der vielen Reibung und einen ungleichförmigen Gang verursachenden Gabel anbringt, wie Perronet gethan hat. Die Bedingung in *b*. wird erreicht werden, wenn man die Kette nicht straff anzieht, die Röhre genau vertical stellt und die Püschel oder Scheiben nicht zu grofs macht (*) sondern an den Seiten einen Spielraum läfst.

Diese Paternosterwerke stehen übrigens auf einer Stellage und über mehrere derselben wird eine von Rohr, Stroh oder Brettern gemachte Verdachung *e*, Fig. 2. Tab. 88. angebracht, um die Arbeiter gegen die brennende Sonnenhitze und den Regen zu schützen. Eine Vorsicht, die während anhaltenden Schöpfarbeiten bey allen Maschinen der Art, nothwendig ist; selbst wenn Pferde und Ochsen gebraucht werden, weil man sonst zu viel an Zeit versäumt. — Bey dieser Gelegenheit mufs ich auch bemerken, dafs alle solche im Wasser zu gebrauchende Maschinen mit heifsen Theer und Pech gut getheert werden müssen, damit sie von Dauer sind.

§. 34. *Belidor*, welcher die am Canal in der Picardie gebrauchten Paternosterwerke beschreibt, berechnet den ökonomischen Effekt zu 2780 Cubikschuhen in einer Stunde und *Karsten* im 6. Theil seines Lehrbegriffs der Mathematik findet denselben §. 543. zu 1350 Cubikschuhen. Ohne Zweifel ist auch dieser letzte Effekt zu grofs angenommen, denn die bey solchen Maschinen angestellten Wahrnehmungen, geben bey weitem kein so günsti-

(*) In diesem Betracht und der Leichtigkeit der Büschel wegen kann man sich zu den Paternosterwerke kleinerer Art der Büschel, *a* Fig. 29. und einer einzelnen aus Drath geflochtenen Kette bedienen. Dann aber mufs man eine Gabelwalze *x* haben, damit die Kette über die Gabel hingleitet.

ges Resultat. Diese Berechnung kann daher aus zwey Ursachen die zu grofse Wassermenge gegeben haben. 1tens Höchst wahrscheinlich war der Zwischenraum, welcher von einer Scheibe bis zur andern statt findet, nicht mit Wasser angefüllt; denn sonst hätten die Arbeiter nicht 55 Umdrehungen in einer Minute machen können, wie die Erfahrung zeigt, oder 2tens die Zahl dieser Umdrehungen ist selbst zu grofs angegeben. Nach der untenstehenden Tabelle war die Eintauchung auch nur $1\frac{1}{2}$ Schuh. Wie hätte sich also die Steigröhre auf $2\frac{1}{2}$ Schuh hoch füllen können; welches die Berechnung annimmt (*)! Der ökonomische Effekt einer solchen Maschine wird nämlich berechnet, wenn man die Wassermenge, welche auf jeden Fufs der Steigröhre (dabey mufs der körperliche Inhalt der Kette abgezogen werden) kömmt, mit dem Umfang der Gabel- oder Sattelwalze und der Anzahl ihrer Umdrehungen in einer Minute multiplicirt.

Ich will nun hier die Effekten und Maafsen einiger Paternosterwerke mittheilen.

Perronet gebrauchte bey der Brücke	Länge der Steigröhre.	Stand im Wasser.	Förderungshöhe.	Durchmesser der Steigröhre.	Zahl der Arbeiter.	Effekt in einer Stunde.	Entfernung der Scheibe.	Kurbellänge.	Anzahl der Umdrehungen.	Gabelwalze-Durchmesser.
	Fufs	Fufs	Fufs	Zoll		C. F.	Zoll	Zoll	in 1 Min.	Zoll
von Neuilly . . .	15	3	12	5	4	460	30	15	20 bis 30	12
von Orleans . . .	18	3	15	5	4	416	50	15		14
Bey 8 Schuh Förderungshöhe nimmt Perronet Tom. II. p. 20. den Effekt an zu - - - 640 Cubikschuh (**)										
Nach Belidor am Canal in der Picardie . . .	9,5	1,5	8	5	4	2740	30	15	55 (**)	15

(*) Der dirigirende Ingenieur Voglier, welcher die Brücke bey Saumur baute schrieb am 2. Oct. 1752 an Perronet über die Anwendung seines Odometrums dafs die 20′ hohen Paternosterwerke in der Minute nur 25 Umdrehungen zuliefsen. Man dürfte daher wohl bey einer Länge von 15 Schuh 30 und bey einer Länge von $9\frac{1}{2}$ Fufs vierzig Umdrehungen annehmen können.

(**) Auf der vorhergehenden Seite (p. 19) des Perronetschen Werkes war

§. 35. Da die Arbeiter alle zwey Stunden abgelöfst werden müssen und dergleichen Arbeiten Tag und Nacht fortzusezzen sind, so werden bey jedem Paternosterwerke 12 Mann bezahlt. Wenn nun die Förderungshöhe 15 Fufs übersteigt und die Scheiben auf $2\frac{1}{2}$ Schuh Abstand an der Kette befestigt sind, so wird sich der oben angegebene ökonomische Effekt verringern und es dürfte bey 18 bis 24 Schuh Förderungshöhe nothwendig werden, sechs Mann an die Kurbeln zn stellen. Erfahrungen sind mir hierüber jedoch nicht bekannt. Nach den Beobachtungen, die Perronet Tom. 11. p. 19. anstellen liefs, machten bey den 18 Fufs langen und 5 Zoll weiten Werke vier Mann dreyfsig Umdrehungen in einer Minute und hoben das Wasser 15 Schuh hoch. Sie hoben in 108 Secunden 15 Cubikschuh und bey jeder Umdrehung wurde von der Kette $4\frac{1}{3}$ Fufs abgewickelt. Dieser Effekt von 500 Cubikschuh in der Stunde kann aber in der Praxis nicht für den wahren angenommen werden, weil die Arbeiter nicht immer so fleifsig arbeiten: Perronet rechnet daher 25 Umdrehungen, folglich nur 416 Cubikschuh Wasser.

§. 36. Werden an einer solchen Kette, wie hier gezeichnet ist, Kasten angebracht, die sich frey um die zwo, aber eckig gemachten Walzen bewegen, so heifst diese Vorrichtung eine *Kastenkunst*, dieselbe ist aber von geringerem Effekt als die Paternosterwerke; vielen Reparaturen unterworfen und verschüttet eine Menge Wassers. Wer sich indessen von ihrer Constructi-on näher unterrichten will, der darf nur die in Belidors Werke und in dem Dictionaire des arts et metiers gegebene Zeichnung nachsehen, wo auch die zu Rochefort fest liegende und die zur Ausleerung der Schiffsdocke dienende Kastenkunst beschrieben ist, jedoch im letztern Werke genauer als in Belidors Wasser-

dieser Effect zu 52 Muid angegeben und auf dieser (S. 20.) setzt Perronet ihn zu 41. Muid nämlich bey 15′ Förderungshöhe. Das letztere ist also ein Druckfehler. Folglich bleiben auch in der 25sten Zeile die Worte *double ou* weg

baukunst. Diese Maschine kann auch zur Aufförderung des Erzes in den Bergwerken oder Aufbringung des Erdreiches und Schlammes aus Gräben gebraucht werden.

§. 37. Zu den Maschinen, deren man sich häufig zum Heben des Wassers bedient, mufs das *Rad* mit ausgiefsenden *Eimern* oder Butten, auch länglichten Kasten, gezählt werden, welches im allgemeinen ein Schöpfrad heifst. Dasselbe ist vorzugsweise zu den Wiesenbewässerungen, den Bleichereyen und der Speisung öffentlicher Brunnen, anwendbar. Zu jener Absicht wird es in Italien, Tyrol und China zu den Bleichereyen im Herzogthum Berg und zu den Brunnen wird es aber in Bremen angewendet. Zum Ausschöpfen der Baustellen braucht man es nur daselbst, wo es mittelst eines Vorgeleges durch ein Wasserrad in Bewegung gesetzt werden kann. Wir wollen nun einige Gattungen solcher Schöpfräder näher betrachten.

Das einfachste und leichteste ist das Chinesische, welches in der Gesandtschaftsreise des Grafen Macartney vorkommt, und dessen sich die Chinesen zum Bewässern der Reisfelder und Wiesen bedienen.

Die Achse *e* dieses Schöpfrades (Tab. 91. Fig. 30. *a* und *b*) welche ohngefähr zehn Schuh lang ist, ruhet auf Pfählen von hartem Holze. Der Umfang des Rades *A* und *B* besteht aus einem doppelten Kreise von Felgen, wovon der eine, und zwar der nach dem Ufer oder der Ausgufsrinne *P* zugekehrte, 15 Zoll kleiner im Durchmesser war als der andere, der aber gleichwohl noch in den Flufs tauchte. Die Radarme *D*, deren 18 sind, halten die zwo Kränze des Rades und durchkreuzen sich, indem sie die triangelförmigen Schaufeln *H F* bilden, die von Bambusrohr geflochten sind. Die Schöpfbutten, welche von einem Kranz zum andern und zwar geneigt unter einem Winkel von 25 Grad liegen, sind von Bambusrohr ausgehölt. Indem für das Rad mittelst dem Stofs des Stromes auf die Schaufeln herumgetrieben wird, so füllen sich die Butten *L* und wenn sie oben kommen, so leeren sie sich, vermöge ihrer Lage, in die

Rinne *P*. Die Radarme, welche gleichfalls von Bambusrohr sind, erhalten durch einen dritten Kranz *Pg*, welche an die Arme in ihrem Vereinigungspunkte befestigt ist, mehr Steifigkeit.

Ein nicht gemeines Verdienst bey dieser Maschine besteht darin, daſs sie mit Ausnahme des Gerüstes, welches die Welle trägt, so wie dieser Welle selbst, durchaus nur aus Bambusrohr gemacht ist und weder Schrauben noch Nägel hat. Das Rohr selbst aber ist mit Bast zusammen gebunden. Dergleichen Schöpfräder sind 20 bis 40 Schuh im Durchmesser groſs und dieses hier ist 30 Fuſs. Es hat zwanzig Schöpfbutten, deren jede vier Schuh lang und zwey Zoll im Lichten weit ist.

§. 38. Dieser Einrichtung ist was das Schöpfmannöver anbetrift das groſse Wasserrad in Bremen, welches in Büsch's Hydraulik beschrieben ist, sehr ähnlich nur daſs die Schöpfbutten viereckig und unter den Felgen oder den zwo Kränzen des Rades angebracht sind, anstatt sie hier auf die Kränze stehen.

Das Schöpfrad zu Bremen hat wie mir im Jahr 1798 an Ort und Stelle versichert worden ist, ein und funfzig Schuh im Durchmesser, sieben Schuh breite und 8½ Schuh hohe Schaufeln. Von den sechszehn Schöpfkästen faſst jeder über vier Cubikschuh Wasser, indem er neun Schuh lang, 18 Zoll hoch und 9 Zoll breit ist. Die in Schweden geschmiedete Walze wiegt tausend Pfund.

§. 39. Einfach ist gleichfalls das Tyroler Schöpfrad Fig. 1. Tab. 83. Dasselbe hält 20 bis 30 Schuh im Durchmesser und dessen Welle *f*. ruht auf einem aus zwey Balken (hier Rahmstücken) *de* Fig. 2. und einem von Holzwerk zusammengesetzten Gerüste *g* und *h*. Auf den hintern Theil *dk* des Rahmens *de*, welche die Welle und das Rad trägt und den man aufwärts und niederwärts mittelst der in dem Pfahl befindlichen Stelllöcher, durch die ein Holz gesteckt wird, stellen kann. Darauf liegen Steine, welche das Gleichgewicht halten. Auf diese Weise wird das Rad je nach dem der Strom steigt, gehoben. Die zwo Rahmstücke *de* tragen auch die Guſsrinne *be* mittelst der Streb- oder Traghölzer 11. Die Schaufeln *lm*, dieses Schöpfrades sind 2′ 9″ breit und 10″ hoch.

Sie sind an einem durch die Mitte des Kranzes durchgehenden 4″ starken Holze *n o* schräge befestigt. Durch jede Schaufel geht nun eine hölzerne 3 Zoll starke Scheide *m p*, welche an der innern Wand einer jeden Butte hinstreicht und woran die mit zwey haselnen Bändern 2 3, gebundene Butte selbst mit hölzernen Nägeln befestigt ist. Die 6 Zoll im mittleren Durchmesser habenden Butten sind nun dergestalt schräge gestellt, dafs sie mit ihrer Mündung der Wasserschaufel vorstehn, folglich das aufgeschöpfte Wasser in die Gufsrinne *b e* ausleeren, von welcher es durch eine Oefnung ohnweit *b* mittelst einer auf einem hölzernen Gerüste liegenden Rinne nach den zu bewässernden Wiesen geführt wird. Ein solches Rad macht in 30 bis 40 Sekunden einen Umlauf und hat 16 bis 32 Butten, je nach der Geschwindigkeit des Stromes, die 3 bis 6 Fufs in der Sekunde beträgt. Ausser den Wellzapfen ist an dieser Maschine alles Holz und sehr leicht, so dafs sie wenig kostet.

§. 40. In Tyrol und vorzüglich im Veronischen habe ich auf dem Etsch-Flufse oberhalb Verona auch Schöpfräder zum Behuf der Wiesenbewässerungen angetroffen, deren Rand hohl ist und Oefnungen hat, aus welcher sich das Wasser ergiefst. Dieselben sind aber von geringern Effekt, als das oben beschriebene Schöpfrad.

§. 41. Eine andere Gattung von Schöpfräder hat ausstürzende Eimer an den Seiten des Kranzes; soll dasselbe zu Bleichereyen oder Wiesenbewässerungen gebraucht werden, so erhält es Schaufeln und wird von demjenigen Flusse aus dem es das Wasser ausschöpft getrieben.

Ist man wegen einer zu geringen Geschwindigkeit des Stromes, etwa unter $2\frac{3}{4}$ Schuh in der Sekunde genöthigt Schaufeln zu 5 Schuh und breiter zu machen und dem Wasserrade zwey Kränze zu geben, das ist ein Staberrad einzuhängen, so werden an beyden Seiten Schöpfkästen angebracht und zwey Ausgufsrinnen errichtet, um einen gleichen Druck auf beyde Zapfen des Wasserrades und einen gleichförmigen Beharrungsstand der Maschine zu

bewirken, zu diesem Behuf wird auch wohl zwischen den zwo Kränzen des Wasserrades ein kleiner Kasten der oben offen ist, angebracht und der sich alsdann ergieſst, wenn er die höchste Steigung zurück gelegt hat.

Gebraucht man nur ein solches Staberrad das 4 Schuh breit ist, so können dieser Kasten Seitenwände die zwo Kränze des Rades bilden. (*) Ist das Rad aber ein Staberrad, d. i. wenn dessen Schaufeln auf dem Kranze des Rades stehen, so werden die Schöpfkästen nur an einer Seite angebracht.

§. 42. Eine ähnliche Einrichtung findet bey solchen Schöpfrädern statt, welche durch ein Vorgelege, das ist durch ein anders Rad, oder durch irgend eine mechanische Vorrichtung mittelbar in Bewegung gesetzt werden, wie dies der Fall bey jedem Schöpfrade ist, welches ein stillstehendes Wasser auffördert, der z. B. bey Leerung einer Baustelle eintritt und in Fig. 1, 4 und 5 Tab. 88. vorgestellt ist. Eine Maschinerie deren sich Perronet beym Ausschöpfen des Wassers aus den Baustellen der Brücke von Orléans und Neully bediente und die er Roue à godets, nannte. Er zieht dieselben in Rücksicht des ökonomischen Effektes allen übrigen von ihm gebrauchten Maschinen vor. Deswegen ist dasselbe auch bey dem Brückenbau zu Mantes, Nogent sur Seine, Neully und Orléans gebraucht worden. Perronet (p. 39. Tom. 1.) giebt den Effekt des einen bey Neully gebrauchten Schöpfrades zu 5400 Cubikschuh in einer Stunde (12 Fuſs hoch) an. Folglich brachte in dieser Zeit jeder der 12 Kasten 450 Cubikschuh auf, welches dem Effekt eines Paternosterwerks gleich kommt. Jeder Kasten enthielt 4 Cubikschuh Raum, er schöpfte aber nur 3 Cubikschuh Wasser. Wie sich ein solcher Kasten abwickelt indem das Rad herum geht, d.i. welche Lage er nach und nach annimmt, das zeigt die 10. Figur, wo *t* die Stärke des Rades (*v* hinter, *u* vor dem Rade) vorstellt.

(*) Die Römer haben sich dieses Schöpfrades so wie der Eimerkunst bedient. Vitruis Baukunst. Uebersetzung von Rode X Cap. S. 262.

§. 43. Die Maschinerie dieses Schöpfrades ist folgende: Ein Kastenrad oder Schöpfrad *e* Fig. 1, 4, 5 und 8 wurde mittelst eines grofsen Schaufelrades *A*, das über eine von einem Fangedamme gebildeten Wassergange dergestalt in ein in den Fluſs geschlagenes Rahmgerüst gehängt, daſs man es je nach dem Stande des Flusses mittelst Seile und Winde Fig. 1. auf und nieder lassen konnte, in Bewegung gesetzt.

Da die Seine bey einem Wasserstande von 3′ 10″ 6‴ über den niedrigsten nur mit 2′ 5″ Geschwindigkeit floſs (*) so muſsten die Schaufeln des Wasserrades sehr groſs gemacht werden. Bey dieser Wasserhöhe wurden 16 Kasten an das Schöpfrad befestigt.

§. 44. Da das Kastenrad *c* Fig. 5, 108 Fuſs von dem Wasserrade *a* entfernt seyn muſste, und jenem von diesem die Bewegung mittelst eines Vorgeleges, — das ist mit zwey Drehlingen *e*, *g* und zweyen Stirnrädern, wovon das eine das Wasserrad und das andere zugleich das Schöpfrad macht, die an diese zwey Räder angebracht sind, gegeben wird: so dachte Perronet auf die beste Einrichtung dieser 108′ langen Drehlings-Welle *eg*. Dieselbe wurde 13″ stark, aus fünf Stücker zusammen gesetzt, wie die oben Fig. 9 stehende Figur im Detail zeigt, die eins über das andere bey *f* geschiftet mit 4 eisernen Bändern verbunden wurden. Da diese Welle mit ihrer Armatur und den zwo Drehlingen 8000 Pfund wog, so war es begreiflich, daſs man sie nicht ohne Unterstützung frey bewegen lassen konnte,

(*) Die Neigung der Seine verhält sich zur Länge wie 1 : 8705. Die geringe Geschwindigkeit machte daher die Einschränkung des Wasserganges über welchen das Wasserrad gehangen wurde nothwendig. Vor den Wassergang stand die Seine 5″ 9‴ höher als bey den Schaufeln. Das Kastenrad machte 3⅓ Umgänge in der Minute, anstatt daſs das anfänglich erwähnte 2½ Umgänge machte. Mit 12 Kasten förderte es 9600 Cubikschuh Wasser auf und es wurden die 4 Cubikschuh haltenden Kasten bey dieser Geschwindigkeit fast ganz gefüllt. Bey diesem groſsen Effekt wurde das Wasser aber nur sechs Schuh hoch gehoben.

weil diese Last sie durchgebogen haben würde. Perronet wählte aber statt der gewöhnlichen Unterstützungen von Holz eine weit bessere, wodurch die Reibung vermindert wurde. Er liefs nämlich an fünf Stellen *t* (auf Tab. 88. Fig. 5. sind nur zwey angegeben, und es mufste die Welle kürzer, als sie ist, gezeichnet werden, um Raum zu ersparen) ein Traggerüste (Fig. 9.) errichten. Dasselbe trägt eine drey Schuh im Durchmesser grofse Scheibe *e*, über welche ein lederner Riemen geht, worin die Welle *h* hängt.

Das Schöpf- oder Kastenrad hatte 16½ Fufs im Durchmesser und war 4½ Fufs breit. Es konnten 16 Kasten daran gelegt werden. An dessen einen Seite Fig. 8. waren 118 Zähne *c* Fig. 4. angebracht, welche von dem Drehling *g* fortgerückt wurden. Das Wasserrad hatte 18 Schuh im Durchmesser und 128 Zähne waren auf den dessen einen Kranz gesetzt, um den Drehling *e*, folglich auch die Welle *f*, mithin den Drehling *g* und endlich das Schöpfrad *c* in Bewegung zu setzen. Die Gröfse der Schaufeln mufste wegen der vorne angeführten geringen Geschwindigkeit des Flusses und der 108 Fufs langen Drehlingswelle, beträchtlich seyn. Sie erhielten eine Länge von 20 und eine Breite von 3 Schuh; und um den Stofs des Wassers zu vergrössern, wurden sie unter einem Winkel von 15 Graden mit dem Halbmesser des Rades gestellt. Bey den andern Maschinen die eine kürzere Welle von 28 Fufs hatten, erhielten die Schaufeln nur eine Länge von 17 Fufs, auch mochte der Durchmesser des Wasserrades nur eben so viel beytragen.

Hierbey mufs bemerkt werden: dafs diese angeführte Stellung der Schaufeln bey einem überschlächtigen Rade, welche nicht mit dessen Centrum correspondirt, sondern einen Winkel mit dem Radii macht, bereits vorher von andern als von Perronet vorgeschlagen worden ist. So hat z. B. Leendert van Natras in seinem Buche über Maschinen auf der siebenten Kupfertafel bey einer Kupferschmelze diese Stellung gezeichnet. Auch hat Leupold in seinem Thetr. hyd. Fig. 11. Tab. XIV. bey einem unter-

schlächtigen zum Schöpfen des Wassers bestimmten und deswegen mit Röhren versehenen Rade, die Schaufeln unter einem Winkel von 80 Grad gestellt. Unter den neuern Schriftstellern hat der Preufsische Bergrath Eiselen, in seiner treflichen Schrift: (Beytrag zur Anwendung des Wassers auf unterschlächtige sogenannte Kropfräder) diese Stellung angebracht; welche von entschiedenen Vortheil für den Bau der Maschinen ist. In der That hat Herr Eiselen dem Preufsischen Staate durch seine Erfindung einen wesentlichen Dienst geleistet: denn dafs es seine Erfindung ist, kann man wohl von einem solchen Manne, der, selbst keinen Verdrufs scheuhete, um seine Idee durchzusetzen, erwarten; und ich setze daher voraus, dafs er die angeführten Kupfer nicht benutzte.

§. 45. Die Drehlinge hatten bey dieser in Tab. 88 dargestellten Maschine, vier Schuh im Durchmesser und dreysig Triebstöcke. Das Kastenrad hing, gleich wie das Wasserrad in einem Gestelle und so konnte es je nach dem Stande des Stroms hoch und niedrig gehangen werden, wie es die 1 und 4te Figur zeigt. Anfänglich wählte man Drehlinge, die nur zwey Schuh im Durchmesser hatten, aber die Reibung der Zähne zwischen die Triebstöcke war so stark, dafs man gezwungen war, diesen bis auf vier Fufs zu vergröfsern.

Eine solche Maschine kostete, wenn sie ganz fertig da stand, 4442 Livres und wog 20155 Pfund.

§. 46. Es giebt noch andere Arten von Schöpfrädern mit Kasten, worunter die mit beweglichen Kästen die brauchbarsten sind, wie ich denn ein solches zu Colberg in Pommern gesehen habe, welches von gutem Effekt ist und das, so viel ich mich erinnere, eben so construirt war, wie das von Belidor Tom. 1. §. 783. beschriebene, welches ich hier Tab. 91. Fig. 33. und 35. aufnehmen will, da es bey den Wiesenbewässerungen oder zur Vertheilung des Wassers aus einem Flusse nach Stadtbrunnen sehr gute Dienste leisten kann. Dieses unterschlächtige Wasserrad hat, wie gesagt, bewegliche Kasten *A B* die mit ei-

nem eisernen Bolzen an die Kränze des Rades befestigt sind, indem sie durch beyde Kränze gehen. Kömmt nun der Eimer *B* bey dem vertical stehenden Holze *D* an, so muſs er das Wasser in die Ausguſsrinne *c* ergieſsen, von welcher es durch die Oeffnung *E* weiter geleitet wird. Es ist sonach klar, daſs das Ausgieſsen schnell vor sich geht, welches bey denen an dem Umfang des Rades befestigten Eimern nicht der Fall ist, die sich langsam ausleeren, daher öfters viel Wasser verschütten.

§. 47. Zu den schwerfälligsten und kostbarsten Schöpfmaschinen kann man das *Schnecken- Zellen-* oder *Trommelrad* (Fig. 3. 6. und 7. Tab. 88.) zählen; dessen bereits Vitruv erwähnt. Diese Maschine besteht, wenn sie durch das Gewicht der Menschen oder Thiere mittelst Auftreten oder Niederdrücken in Bewegung gesetzt wird, aus zweyen Rädern: nämlich aus den mit spiralförmigen Zellen Fig. 7. und *be* Fig. 6. versehenen Schöpfrade. Wenn dasselbe mittelst Niederdrücken bewegt wird, so hat es an beyden Seiten Handhaben, wie Fig. 6. zeigt. Wird dasselbe aber mittelst Auftreter herumgedreht: so ist das Zellenrad an ein gewöhnliches Tretrad befestigt, welches zugleich die Steifigkeit der ganzen Maschine bewirkt.

Um den hohlen und unbeweglichen Theil der Welle, wodurch ein Zapfen geht, bewegt sich die Trommel *a* und die darüber passenden spiralförmigen Zellen Fig. 7. Beydes wird zum besten aus Blech gemacht.

Dieses Zellenrad ist auch mittelst zweyer seitwärts desselben befestigten Stirnräder, die von zwey an einer gemeinschaftlichen Welle befindlichen Drehlinge umgedreht werden, in Bewegung zu setzen.

§. 48. Nach der Einrichtung, die sich Perronet bey dem Brückenbau (Tab. 88. Fig. 3. 6. und 7.) bediente, waren an den Seiten des Rades auf ein Gerüste 12 Mann gestellt (an jeder Seite sechs) welche die in Fig. 3. gezeichneten Hölzer oder Sprossen mit den Händen nach und nach herunter drückte. Von aussen hatte es die Construktion Fig. 3. und 6. Damit das Zel-

lenrad eine Steifigkeit erhielt, dazu diente die Verbindung Fig. 3. Die Einrichtung der Zellen zeigt Fig. 7. wo der Queerschnitt der Trommel gleichfalls erscheint. Wie das aufgeschöpfte Wasser wieder in das auszuschöpfende zurückstürzt, zeigt Fig 5. und ist hier die Leitrinne weggelassen. Solches Zellenrad gab, auf acht Schuh Förderungshöhe, folgenden Effekt:

Die Anzahl der Arbeiter welche zwölf mit zweystündigen Abwechselungen.	Eintauchung der Zellen	Umdrehungen in der	Jede Umdrehung gofs	Jede Zelle schöpfte	Effekt der Maschine binnen 1 Stunde an
	Zoll.	Minute.	Zellen.	Cubikfufs.	Cubikschuhen.
	1.) 12	2	24	$1\frac{1}{2}$	4320
	2.) 9	$2\frac{1}{2}$	24	1	3600
	3.) 6	3	24	$\frac{3}{4}$	3240
	4.) 3	3	24	$\frac{1}{2}$	2160

Vergleicht man den letzten Effekt mit dem eines Paternoster- oder Rosenkranzwerkes, welches gleichfalls das Wasser 8 Schuh hoch hebt, der 640 Cubikschuh in einer Stunde ist, so würden $3\frac{375}{1000}$ Paternosterwerke nöthig gewesen seyn, um einen dem Zellenrade gleichkommenden Effekt zu bewirken. Dieselben hätten aber mehr als dreyzehn Mann erfordert. Noch vortheilhafter sind die ersten drey Erfahrungen für das Zellenrad. Indessen ist es doch wegen seiner Schwere von 7 bis 8000 Pfund und derer mit der Versetzung verknüpften Kosten nicht anders als auf grofse Baustellen anzuwenden.

Ich habe ein Modell eines solchen Rades mit spiralförmigen Zellen machen lassen und an dasselbe ein Trettrad gesetzt; dessen Durchmesser ist $\frac{1}{12}$ des Durchmessers an dem von Perronet gebrauchten und in Fig. 6. dargestellten Rade, die damit angestellten Versuche gaben im Mittel, in 180 Secunden, drey Cubikschuh Wasser und zwar in 165 Umdrehungen, also in einer Minute nur einen Kubikschuh.

Solches Zellenrad hat ausser seiner Schwere auch noch den wesentlichen Fehler, daſs wenn es tief eingetaucht ist, die Zellen sich mit zu viel Wasser anfüllen; folglich wird die Maschine unnütz schwer, es muſs daher das Rad auf ein Unterlager liegen, welches mit vier Holzschrauben auf und nieder geschoben werden kann, so wie ich dies in meinem Modelle angebracht habe. Endlich ist es sehr beschwerlich: die Zellen dergestalt zu legen, wie sie gelegt werden müssen und in Fig. 7. gezeichnet sind. Dazu kann man sich des Bleches bedienen; dieselben vor den hohlen oben offenen Gehäuse *a* Fig. 6. dergestalt abschneiden, daſs seitwärts kein Wasser ausströmt, sondern alles sich durch dieses Gehäuse ergieſst. Es muſs daher das Ganze aufs sorgfältigste gearbeitet und gelötet werden. Bey aller dieser Vorsicht wird aber dennoch die Maschine öfters ausgebessert werden müssen.

§. 49. Eine dritte Art Zellenrad ist das von einem Franzosen, Herrn de la Faye, angegebene und von Belidor mitgetheilte. Dasselbe besteht aus volutenförmigen Röhren von Blech, die sich in die Axe des Rades ausleeren und auf ein unterschlächtiges Wasserrad (an dessen Seiten) befestigt sind. Die Maschine kann daher zur Bewässerung der Wiesen gebraucht werden. Es ist auch ein solches, aber kleines, Röhrenrad in dem Garten der Wienerisch-Neustädter Militär-Akademie errichtet, welches einen guten Effekt leistet.

Leupold in seinem Theatrum Machinarnm Hydraulicum Tom. 1. hat davon S. 35. eine sehr gute Vorstellung gegeben.

§. 50. Die *Wasserschnecke* (Fig. 12 Tab. 87.) gehört zu den ältesten Schöpfwerken. Einige schreiben die Erfindung davon dem Archimedes zu. Sie ist von zweyerley Gattung. Die erste Art besteht aus einem von Brettern zusammengesetzten hohlen Gehäuſs Fig. 11. (Spindel) um welche eine zwey, oder drey, aus Blech gemachten Röhren-Windungen dergestalt gewunden sind, daſs ihre zentrische Linie in die Schrauben-Linie der Spindel fällt. Diese Maschine will ich daher *Röhrenschnecke* nennen. Ist nun eine solche Röhre, die beyläufig vier bis fünf Zoll im Lich-

ten hat, angebracht, so heifst die Schnecke eine einfache und so weiter zweyfache, welche letztere ich hier vorgestellt habe. Ihre untere Oeffnung heifst die Einmündung oder Einflufs - Oeffnung und ihre obere die Ausmündung oder Ausflufsöffnung. Der Abstand zwischen zwo Windungen, parallel mit der Axe gemessen, ist die Hohe eines Schneckenganges.

Ich zweifle gar nicht daran, dafs diese Röhren stark genug von Glas oder gebrannten Leder gemacht werden könnten, wodurch sie nicht nur leichter, sondern auch in jedem Betracht brauchbarer als von Bley oder Blech seyn würde.

§. 51. Damit man die Lage der Röhrenschnecke leicht verändern kann, so mag ihr unterer Zapfen in einer bewegbaren Nufs *a* Fig. 9 liegen. Der obere Zapfen gehe durch eine auf einem Träger *E*, Fig. 8, angebrachte eiserne Vorrichtung *x*. Der Träger läfst sich mittelst zweyer Schrauben *D* in einem in dem Ständer *c* angebrachten Einschnitt (den Fig. 12 zeigt) auf und nieder bewegen.

§. 52. Unter allen Schriftstellern, welche über diese Maschine geschrieben haben, hat keiner dieselben so treflich abgehandelt als der Pr. Geh. Oberbaurath Eytelwein, in seinem mit Recht geschätzten Handbuche der Mechanik und Hydraulik S. 404. Er hat auch mit einem Modell, wobey die Röhren von Glas waren, interressante Beobachtungen angestellt. Mir sind keine andere bekannt, und ich selbst habe keine zu machen noch diese Maschine im Grofsen anzuwenden, Gelegenheit gehabt, denn gerade diese Art von Wasserschnecken ist wegen ihrer mühsamen und kostbaren Verfertigung und des Umstandes, dafs sie mit Steinen, Sand u. d. gl. verstopft werden kann, wenig üblich. Ja ich habe nirgends gelesen, dafs sie bey grofsen Arbeiten gebraucht worden sey.

Wenn die Einmündung der Röhre, bey ihrer höchsten Steigung noch unter Wasser bleibt, welches hier in Fig. 12 der Fall ist, so strömt die Luft, nach jeden drey oder vier Umdrehungen, in die Ausmündung der Röhre ein und durch alle ih-

re Wasserbögen entsteht eine heftige Erschütterung, welche die Ausflussmenge vermindert. Liegt hingegen der höchste Punkt der Einmündung über dem Wasserspiegel, so schöpft sie Luft und es wird jene Erscheinung aufgehoben. Es ist daher nothwendig dass wenn der grösste Effekt eintreten soll, der der Einmündung gegenüberstehenden ersten Bug der Röhre etwas in das Wasser getaucht sey. Wer sich diese Maschine weiter belehren will, den verweise ich auf das angeführte Werk von Eytelwein, darin ist auch die *Spiralpumpe*, welche zur Hebung des Wassers auf grosser Höhe, nicht aber zum Ausleeren solcher Baustellen, die Schlamm, Sand, Erde und kleine Steine enthalten gebraucht werden kann, abgehandelt.

§. 53. Die zwote Art von Schnecken, welche ich hier eine *Tonnenschnecke* (Tab. 91. Fig. 39. und Tab 83. Fig. 12.) nennen will, und die in Holland *Tonnenmühle* genannt wird, ist bey Ausschöpfungen des Wassers aus Baustellen häufig im Gebrauch. Sie wird gleichfalls dem Archimedes zugeschrieben und heisst deswegen auch die *Archimedische Wasserschnecke.*

Diese Tonnenschnecke besteht 1°. aus einer hölzernen rund abgedrehten Spindel oder Welle *a*, *b*, die aus Ahorn, Nussbaum oder Eichenholz gemacht werden sollte, damit sie sich nicht wirft, denn es ist durchaus nothwendig, dass sie ihre Lage behält. 2°. Auf diese Spindel kommen erlene, eichene oder kieferne bis $\frac{3}{4}$ Zoll dicke Bretterchen oder Spliese (*Schaufeln*) *c*, *d*, zu stehen (*) und zwar nach der gewählten Schraubenlinie. 3°. Auf den Umfang dieser Bretter wird eine mit eisernen Reifen umgebene Bohlenbekleidung *e f* gemacht, welche der *Mantel* oder die *Tonne* heisst. In dieselbe werden die Schaufeln $\frac{1}{4}$ Zoll eingelassen, folglich müssen die einzelnen Bretter des Mantels vor ihrer Umlegung mit denen für die Schaufeln nothwendigen Fugen versehen seyn. Zugleich wenn die Spindel, deren Zapfen in *a* und *b* lie-

(*) Die unterste Schaufel wird auch wohl von Eisenblech verfertigt, damit sie beym Anstossen an Steine oder Morast nicht bricht.

gen, herumgedreht wird, so geht natürlich auch der an dem Umfange der Schnecke befestigte Tonne oder Mantel herum. Das in dem untern Schraubengange stehende Wasser wird daher zwischen der von Bretterchen oder Schaufeln gemachten Schneckenwindung gleichsam aufgeschroben, weswegen eine solche Schnecke, welche keinen Mantel hat, sondern sich frey in einer runden und offenen Rinne (Kumm) bewegt, eine *Wasserschraube* heifst.

§. 54. Diese *Wasserschraube* Fig. 6. Tab. 87. liegt dergestalt in ihrem Kumme: dafs die Schaufelwindungen $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien davon abstehen, damit dieselbe frey und ohne anzustossen bewegt werden kann. Bey diesem Zwischenraum gilt übrigens dasjenige, was ich bereits bey Gelegenheit des Paternosterwerks anführte, dafs nämlich ein kleiner Spielraum wegen der Anhänglichkeit des Wassers an die Seitenwände ein Zurückströmen des Wassers nicht gestatte, folglich bey solchen Maschinen nicht nachtheilig sey.

Damit nun das aufsteigende Wasser nicht über den Kummen laufe, so mufs die Wand des Kummes, an welcher das Wasser aufsteigt höher als die andere Wand seyn. Bey dem untern Zapfen mag diese letztere Wand mit diesem Zapfen gleich liegen; am oberen Ende aber $1\frac{1}{2}$ bis zwey Zoll höher seyn.

Die erstere oder Steige-Wand aber, das ist diejenige, gegen welche das durch die unterste Windungsöffnung eingetretene Wasser anstöfst und hinaufgefördert wird kann $\frac{3}{4}$ $1\frac{1}{4}$ Zoll höher als der oberste Punkt der Welle oder der Spindel gelegt werden; nämlich beym untern Zapfen, beym obern Zapfen hingegen $1\frac{1}{2}$ bis drey Zoll höher. Die Beobachtung dieser Vorschrift wird das Seitenergiefsen des Wassers über den Kumm fast gänzlich verhindern.

§. 55. Was übrigens die Verfertigung des Kummes anbetrifft, der entweder von Holz gemacht oder von Ziegelsteinen und Wassermörtel gemauert wird: so mufs dieselbe mit besonderer Genauigkeit geschehen, um die Wasserschraube nicht an denselben

streifen zu lassen. Dieser Kumm wird vom untern Ende hinauf bis gegen den untern Zapfen ausgeschnitten, damit das Wasser den Windungsöffnungen frey zuströme. Nur dessen Seiten bleiben unterhalb dieser Oeffnungen stehen, damit sie das Unterlager des Spindelzapfens, wie dies die perspectivische Zeichnung Fig. 6. Tab. 87. deutlich ausdrückt, machen.

Die Verfertigung des Kummes wird indessen dadurch mühsamer, daſs die Schneckengänge nicht einerley Durchmesser erhalten, wenn der ökonomische Effekt vergröſsert werden soll. Die untere Schneckengänge müssen nämlich gröſser als die obere seyn, damit die Queerschnitte der untern Wassersäulen die obere leichter fortschieben und auch das etwa seitwärts sprudelnde Wasser in den Schneckenwindungen nicht die Queerschnitte der Wassersäulen niedriger mache; kurz damit alle Gänge gleich hoch mit Wasser gefüllt werden. Nach der Erfahrung mag diese Zusammenziehung des Kummes oder die Verjüngung der Schraube $2\frac{1}{3}$ der untern Kummweite betragen. Es muſs daher der Durchmesser des Kummes von Schuh zu Schuh auf einer Chablome abgerissen seyn, denn sonst läſst sich das Mauerwerk nicht genau anlegen. Ueberhaupt ist ein solcher gemauerter Kumm, der gröſsten Theils aus Rollagen verfertigt wird, für gewöhnliche Maurer gar keine Arbeit und dieselbe ist nur bey den groſsen Windschöpfmaschinen in Holland nothwendig: weil bey den kleinen Schrauben ein hölzerner Kumm gebraucht wird. Dieser Regel ungeachtet muſs man sich die Wirkungsart einer Wasserschraube nicht so vorstellen, daſs der zwischen zwo Windungen befindliche Raum ganz mit Wasser angefüllt werde; sondern es ist nur eine niedrige Wassersäule, welche aufgefördert wird und die gleichsam längs der Wand eines Schraubenganges hingleitet und aufsprudelt.

§. 56. Das beschwerlichste bey Verfertigung solcher Schnecken oder Wasserschrauben besteht in Einsetzung der die Schneckenwindungen bildenden Bretter (Schaufeln) *A B* Tab. 91. Fig. 40. Folgende Anweisung wird dies näher beweisen. Ich

wähle dazu eine Wasserschraube mit drey Schneckengängen oder Windungen I. II. III., weil dieselbe der Wasserschraube mit einem oder zweyen Gängen, das ist, einer *einfachen* oder einer *doppelten Schnecke* vorzuziehn ist, da das Einströmen des Wassers in kürzeren Zeiträumen erfolgt, wenn die Windungsöffnungen nahe auf einander kommen. Auch kann dabey derjenige Winkel, den der Umfang des Schraubenganges *IAC* mit einem Längenschnitt der Axe oder Spindel *DE* macht, grösser seyn, als wenn zwey Schneckengänge gewählt werden; denn es darf der senkrechte Abstand zweyer Windungen, d. i. die Höhe der Windungsweite, nicht grösser als die Höhe der Schaufeln *AB* oder die *Breite der Windung* seyn. So ist z. B. hier dieser Winkel 20°, wo er sonst bey den einfachen Schnecken nur 11 Grad beträgt. Nun ist es aber klar, dass in einer jähe steigenden Schneckenwindung das Wasser mit grösserer Kraftanwendung aufgefördert werden muss, als in einer sanft aufsteigenden; folglich hat allerdings die Grösse des Windungswinkels oder die Höhe I. IV. eines Schneckenganges einen Einfluss auf den ökonomischen Effekt, den die Wasserschraube leistet.

§. 57. Wenn nun die Welle oder Spindel *ED* nach ihrem bestimmten Maasse auf der Drehbank rund gedreht ist: so wird darauf die Höhe eines jeden Schneckenganges abgesteckt, ihr Umfang so wie diese Höhe in 8. 12 oder 16 gleiche Theile getheilt, und nach den Diagonalen derer zusammen stossenden Vierecke von dem Anfang der Windung bis zum höchsten Punkt des Schneckenganges, d. i. von *I* nach *F* mit einem Linial von starkem Pappendeckel oder Fischbein auf der Welle eine Linie *IBF* gezogen, welche die Windung bezeichnet. Jetzt wird in dieser Linie die Breite der Schaufel *db* (an ihrer Wurzel genommen) dividirt, um zu sehen: ob auch die Anzahl der Schaufeln genau darin aufgehn, oder ob man entweder die Höhe des Schneckenganges etwas grösser oder kleiner machen müsse. Diese Breite kann $\frac{1}{12}$ der Schaufelhöhe *CF* betragen. Einige haben nach einer solchen Windung in die Spindel eine Ver-

tiefung ausgestemmt und in dieselbe ein Holz eingelegt; auf dieses ein zweytes u. s. w. mehrere Hölzer, bis die Schnecke ganz die für sie bestimmte Breite hat. So lehrt wenigstens Vitruv in dem Xten Buche die Verfertigung der Wasserschraube. Noch andere setzen in diese Vertiefung die Schaufeln 1, 2, 3, Fig. 7. Tab. 87. ein, ohne die stufenförmige Figur zu berechnen.

Noch andere machen die Windungen auf gröfsern Stücken und bearbeiten dieselben so lange, bis sie nach einem Musterstücke die vorgeschriebene Form erhalten haben.

§. 58. Diese Constructionen stehen folgender, deren man sich in Holland bey den grofsen Wasserschrauben, welche von Windflügel in Bewegung gesetzt werden, bedient, weit nach.

Nachdem die 18 Zoll starke Spindel (Fig. 41. ist ein Theil davon) (*) genau rund gedreht ist, so wird ihre Oberfläche von der Einflufswindung, d. i., ihrer Länge (hier 21′ 7″ (**)) nach, in so viel gleiche Theile 1, 5, 6, 7 u. s. w. getheilt, als die Dicke einer Schaufel *ae* (***) auf diesen Abstand der Endewindungen geht, welche Anzahl Theile jedoch durch die Zahl der Schneckengänge dividirt, keinen Rest geben darf, wie dies schon §. 55. gezeigt wurde. So ist z. B. hier dieser Abstand 21′ 7″ = 259 Zoll, dividirt man darin 2, 4 Zoll, als die Dicke einer Schaufel *ae*: so erhält man 108 Abtheilungen. Werden diese durch die Zahl der Schneckengänge (4) dividirt: so erhält man 27 Abtheilungen 1. 2. 3. u. s. w. auf die Höhe eines jeden Schneckenganges oder für den Umkreis der Spindel. Sind nun jene 108 Theile 5. 6. 7. u.

(*) Die Spindeln werden gröfstentheils von Ahorn und die Schaufeln von Erlenholz gemacht; denn jenes wirft sich nicht und dieses widersteht im Wasser der Fäulnifs sehr lange.

(**) Der Anfang von den drey Windungen steht vom Zapfen 7″ entfernt; bey den Ausgufswindungen beträgt diese Entfernung zwey Schuh. Jenen also beyläufig $\frac{1}{3}$, diese $1\frac{1}{3}$ der Spindeldicke.

(***) Dieselbe ist bey den gewöhnlichen Schnecken oder Wasserschrauben welche, durch Menschen in Bewegung gesetzt werden $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll bey den grofsen Holländischen Wasserschrauben zwey Zoll.

s. w. auf eine nach der Länge der Spindel gezogene Linie abgesteckt, so werden auf die in der Drehbank befindlichen Spindel (mit dem Dreheisen) nach allen diesen Theilungspunkten Linien eingeritzt. Die Schaufeln müssen daher so in die Theilungsquadrate eingesetzt werden, wie dies in Fig. 41 angedeutet ist; wo sie dann zu ihrer Breite die Diagonale der Quadrate erhalten, die hier 3 Zoll beträgt. Bey den Handschnecken ist dieselbe einen bis $1\frac{3}{4}$ Zoll.

§. 59. Um nun die Breite der Schaufeln an ihrem Rande zu bestimmen, so mufs der Durchmesser der Schnecke und zwar der untere, welcher gröfser als der obere ist (§. 54.) bestimmt werden. An denen von Handarbeitern betriebenen 9 bis 20 Schuh langen Schnecken beträgt derselbe bey einer Spindellänge von 9 Fufs 14 bis achtzehn Zoll; von 12 Fufs, 20 Zoll; von 15′ vier und zwanzig Zoll, von 18′, 27 Zoll, von 20′ dreyfsig Zoll. Bey der hier erklärten Wasserschraube, die von Windflügel in Bewegung gesetzt wird, ist derselbe 67,5 Zoll, nämlich unten und oben 64,565 Zoll. Die Höhe oder Länge einer Schaufel ausserhalb der Spindel hängt daher von diesem Durchmesser und der Spindeldicke ab (*). Hier ist sie 24,75 Zoll. Bey der Handschnecke müssen die Schaufeln (*A*, *B*. Fig. 42.) $1\frac{1}{2}$ Zoll, bey den grofsen Wasserschrauben $2\frac{3}{4}$ bis 3 Zoll in die Spindel, bis *b*, eingesetzt werden. Da wir hier vier Schraubengänge und drey Windungen haben, so erhalten wir eilf Windungsweiten, nach der Axe der Spindel gerechnet (Fig. 6. Tab. 88.). Es stehn sonach diese Windungen nach der Länge der Spindel, auseinander $\frac{21' + 7''}{11} = 23, 545.$ Z.

(*) Da bey den Handschnecken die Spindel 5″ bis 9″ stark ist, so erhält man für die Höhe der Schaufeln $\frac{18 - 5}{2} = 6{,}5''$; $\frac{20 - 6}{2} = 7''$; $\frac{24 - 7}{2} = 8{,}5''$; $\frac{27 - 8}{2} = 9{,}5''$; und $\frac{30 - 9}{2} = 10{,}5$ Zoll. Gewöhnlich findet man aber, dafs die Tonnenschnecken einerley Windungsweite haben, sie mögen lang oder kurz, grofs oder klein im Durchmesser seyn. Dieselbe beträgt nämlich fast immer sechs Zoll. Daher sie denn auch einen zu geringen Effekt leisten.

welches von der Schaufelhöhe 24,75 Zoll wenig abweicht: mithin ist die oben §. 55. gegebene Regel in der Praxis anzuwenden; daſs nämlich die Höhe der Windungsweite nicht gröſser als die Höhe der Schaufeln oder dieser beynahe gleich seyn müsse. Was die Bestimmung der obern Breite jeder Schaufeln anbetrift, so zeigt sich Fig. 43. daſs die Breite an der Schaufelwurzel 32 mal auf den Umkreis der Spindel *d* ausgetheilt werden kann. Man würde sonach auch eben so viele Schaufeln erhalten und die obere Breite 1. 2. leicht nach dem Durchmesser der Wasserschraube bestimmen können, wenn nicht die Schneckenwindungs-Linie beyläufig $\frac{1}{13}$ solcher Theilen, der in dem Zirkel ausgetheilt wird, mehr zur *wahren Breite* erforderte. Zum sichersten läſst sich diese ausmitteln, wenn die Schaufeln, welche etwa auf einer Höhe eines Schneckenganges gehn, zur Probe eingesetzt sind.

Ehe auf diese Weise die Schaufeln nach einerley Gröſse gearbeitet werden, kömmt nun das Einstemmungsfeld *aefi* Fig. 41. in die Spindel für jede Schaufel zu bestimmen. Dasselbe muſs nämlich nach einer solchen Lage geschehen, daſs die erste Schaufel *AB* Fig. 42. um ihre Dicke 1. 2. von der Linie, die auf der Ebene der Spindel gezogen wird, abweiche. Eine gleiche Abweichung erhält die erste Schaufel 1. 2. 3. 4. des Anfangs jeder Windung von der auf der Spindel aus der Ecke 2 fallenden Verticallinie 2. 5. so, daſs die erste Schaufel übergebogen steht.

Sind nun die Schaufeln mittelst Drathspitzen *aaa* Fig. 43. aneinander befestigt und in die Spindel $2\frac{3}{4}''$ oder $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{12}$ der Schaufelhöhe, eingetrieben: so wird beynahe der ganze Theil *beg* Fig. 41. einer jeden Schaufel abgestemmt, und zwar die Oberfläche x, Fig. 40 und 41. eines jeden Schneckenganges, auf welcher das Wasser aufsteigt. Die untere Fläche y bleibt aber stufenförmig.

Jetzt kömmt es an die §. 54 erwähnten Erweiterung der Schnecke von oben nach unten; wozu also die Schaufeln je nä-

her sie der Ausflufswindung stehn, etwas mehr bis endlich $\frac{1}{23}$ der Höhe abgenommen werden müssen. Um dieses zu bewerkstelligen wird ein Richtscheit über die in der Drehbank horizontal liegende Wasserschraube dergestalt befestigt, dafs dasselbe um $\frac{1}{23}$ der Schaufelhöhe gegen die Ausflufswindung von der Horizontallinie abweicht. Jetzt wird auf das Richtscheit ein grofser Zirkel gesetzt, in dessen einen Fufs ein horizontal abstehendes Stift befestigt ist. Dieses Stift streift genau die obere Kante der untersten Schaufel. Ueber jeder Windung wird nun der Zirkel auf das Richtscheit gesetzt und mittelst des Stifts die wahre Höhe der Schaufeln, indem die Schnecke um ihre Axe gedreht wird, eingeritzt, nach welcher Linie dieselben abgenommen werden. Endlich ist noch die Abraspelung der innern Oberfläche vor den Schneckengängen, mit einer Raspe, während die Schnecke gedreht wird, zu bewerkstelligen, wodurch eine glatte Fläche entsteht, über welche das Wasser leichter, als auf eine stufenförmige aufgetrieben wird. Wo dann noch in den Stemmlöchern, worin die Schaufeln eingestemmt werden, Ritze sind, wird ein in Oehl getränktes Werch eingetrieben. Die Schnecke sowohl als der Kumm wird mit ein gekochtes Gemische von Oel, Pech und Theer, wenn es noch heifs ist, zweymal getränkt.

Erhält die Schnecke einen Mantel oder eine Tonne, so wird auch diese mit solchem Gemische getränkt. Die Tonne, in welche die Schaufeln ein bis $1\frac{1}{2}$ Zoll tief eingelassen sind, wird alle drey bis fünf Schuh mit dünnen eisernen oder guten haselnen Reifen gebunden, die erstere wird mittelst Schrauben zusammen gehalten. Es mufs hier noch bemerkt werden, dafs der gewöhnliche eiserne Beschlag solcher Tonnenschnecken viel zu schwer ist, als wodurch die Kraft nur unnöthiger Weise vermehrt werden mufs.

§. 60. Die gewöhnlich unter einem Winkel von 30 bis 60 Grad mit dem Horizont gestellten Tonnenschnecken werden von zwey oder vier Arbeitern mittelst Stofskurbeln in Bewegung gesetzt. An der kleinsten Gattung, die von zwey Mann betrieben

werden, sind die Stoſsstangen unnöthig, sondern die Kurbeln hinreichend. Perronet bediente sich einer acht Schuh langen und 18 Zoll im Durchmesser groſsen Tonnenschnecke, welche unter einem Winkel von 30 Grad lag, die das Wasser $3\frac{1}{2}$ Schuh hoch aufförderte und von zwey an einer Kurbel angestellten Arbeiter umgedreht wurde. Bey heſtiger Anstrengung der Arbeiter wurden 30 Umdrehungen in einer Minute gemacht und neun Cubikschuh Wasser aufgefördert, welches nur 540 Cubikschuh in der Stunde giebt.

§. 61. Die Tonnenschnecken haben den Theoretikern vielen Stoff zu Calculationen gegeben. Insbesondere hat sich der Profeſsor Hennert zu Utrecht damit beschäftigt. Derselbe schrieb über diese Maschine eine scharſsinnige und gelehrte Abhandlung (Dissertation sur la Vis d'Arehimede) und Karsten hat im 6ten Theil seines Lehrbegriffs der Mathematik §. 515. u. s. w. den wesentlichen Theil des Inhalts derselben widerlegt. Endlich macht Langsdorf in seinem treſlichen Lehrbuche der Hydraulik §. 572. die Bemerkung, daſs auch Karsten die Schwierigkeiten der Theorie dieser Maschine nur gezeigt habe, ohne sie zu heben. « Ueberhaupt, sagt §. 574. dieser berühmte Mathematiker, ist wohl die ganze Theorie für die Bestimmung der Geschwindigkeit, mit welcher das Wasser in jedem Augenblick in der Schnecke vermöge der in dasselbe wirkenden beschleunigenden Kraft, fortflieſsen muſs, für die Ausübung sehr entbehrlich und ohne allen Nuzzen, wenn man nur die Umdrehungs-Bewegung so einrichtet, daſs die gesammte Umlaufszeit nicht zu geringe ausfällt. » Auch der P. Geh. Oberbaurath Eytelwein hat in seinem Handbuche der Mechanik §. 264. diese Maschine mit vielem Scharſsinn erörtert und auf einige mit einem Modelle gemachte Versuchen ein Raisonnement gegründet.

§. 62. Von der Wirkung groſser Tonnenschnecken sind in der oben erwähnten Hennertschen Preiſsschrift und in einem von die Herrn Noppen und Klinkenberg im Jahre 1763. verfaſsten Rapport wichtige Resultate mitgetheilt. Drey Tonnenschne-

cken wurden nämlich von einer Windmühl-Welle oder zwey Ruthen zu 86 Fuſs Flucht, in Bewegung gesetzt. Sie lagen unter einem Winkel von 60 Grad geneigt. Jede Schnecke war $14\frac{1}{2}$ Fuſs (*) lang und hatte drey Windungen. Sie lagen vier Schuh im Unterwasser und schöpften das Wasser acht Schuh hoch auf. Ihr oberer Durchmesser hatte 70, 72, 74 Zoll, der untere war drey Zoll stärker, woraus die im 54. §. erwähnte Erweiterung entstand. Bey der nördlichen Schnecke war der Queerschnitt der ersten Windungsöffnung 1,36 Quadrat-F. bey der mittlern 1,419 Fuſs und der Südlichen 1,469 Fuſs. Bey jedem Umlauf der Mühlwelle machte die Schnecke $1\frac{1}{2}$ Umgänge. Die angestellten Beobachtungen über den Effekt wurden mit den Beobachtungen einer Wurfradmühle, die das Wasser vier Schuh hoch aufwarf und ein 20 schuhiges Wurfrad, dessen Schaufeln 18 Zoll breit waren, hatte, verglichen.

Diejenige Beobachtungen, welche bey einem gewöhnlichen Mahlwinde, der in Holland fast $\frac{1}{3}$ des Jahres über weht, angestellt wurden, sind ohne Zweifel für die Praxis die brauchbarsten. Dieser Wind legt 20 bis 30 Schuh in der Secunde zurück, wobey die Windmühlflügel 11 bis 15 Umschwingungen in der Minute machen.

Diese Beobachtungen will ich also vorzugsweise in folgender Tabelle aufheben.

(*) Es wird hier rheinl. Maaſs verstanden.

In der Minute wurden an rheinl. Cubikschuh Wasser aufgefördert:

Anzahl der Umgänge eines jeden Flügels in der Minute.	Von der Wurfradmühle.	Von der nördlichen Schnecke.	Von der mittleren Schnecke.	Von der südlichen Schnecke.	Von allen drey Schnecken zusammen.
11,25	1242,67	221,7	279	295,5	796,2
12,50	1372,87	262,5	335	333,3	930,8
13,75	1501,50	282,9	288,2	363,8	935,0
15,00	1625,40	313,2	362,2	387,4	1062,8
Bey einem stärkeren Winde fördern die Maschinen bey jedem Umgange weniger Wasser auf; wiewohl die Geschwindigkeit mehr als doppelt so groſs als die in dem ersten Versuch vorkommende ist. So war z. B.					
25	1943	357	414,7	435	

§. 63. Da nun die Wurfradmühle das Wasser nur vier Schuh und die Schnecke acht Schuh hoch aufbringt, so sieht man, daſs die letzteren der ersteren vorzuziehen sind. Im allgemeinen rechnet man zehn Wurfradmühlen auf acht Schneckenmühlen, und dieses ist keinesweges übertrieben.

§. 64. Was die frey in einem Kumm liegenden Wasserschrauben, die man in Holland durch Windmühlflügel treiben läſst, Fig. 5. Tab. 87., anbetrifft, so sind dieselben noch von einem gröſseren Effekt, als die Tonnenschnecken. Die Flügel haben 80 bis 96 Fuſs Flucht. Der Kumm wird von Klinkern ausgemauert. Auf die Schraubenspindel steht ein Kammrad (*a*), welches in den Drehling *b* der stehenden Welle, die oben einen zweyten von dem an der Windmühlwelle befestigten Kammrade *h*, in Bewegung gesetzten Drehling hat, eingreift.

[Diese Zeichnung macht übrigens die Maschinerie so deutlich, daſs eine weitere Erklärung überflüssig ist. Ich bemerke daher nur noch, daſs Fig. 16. den horizontalen Schnitt der Mühlhaube, folglich auch die Mühlwelle und alle merkwürdigen Theile darstellt.] Ueber den ökonomischen Effekt der neuesten Wasserschraubenmühlen sind mir keine Beobachtungen bekannt.

Die zwo Modelle, welche ich von Wasserschrauben besitze, haben, nach wiederholten Beobachtungen, folgendes Resultat gegeben. Das kleine Modell ist von der untern Schraubenwindungen bis zu den obersten 1′ 9″ 6‴ Wiener Maaſs, das gröſsere 3′ 7″ lang. Der Durchmesser von jenem ist unten $5\frac{1}{2}$″, oben $5\frac{1}{4}$ Zoll; von diesem doppelt so groſs. Beym ersten sind die Schaufeln $2\frac{1}{4}$″ hoch, die Windungsweite beträgt $1\frac{3}{4}$. Bey dem groſsen Modell ist jene Höhe $3\frac{1}{2}$″ und diese $\frac{25}{8}$ Zoll. Jede Schraube hat drey Windungen. Sie war unter einem Winkel von 30° gestellt. Die Förderungshöhe betrug von der groſsen Schraube 21, bey der kleinen $10\frac{1}{2}$ Zoll. Alles in Wiener Maaſs.

Oekonomischer Effekt.

Bey dem groſsen Modell der Wasserschraube auf 30 Grad gestellt.				Bey dem kleinen Modell der Wasserschraube auf 30 Grad gestellt.			
Zeit in Secunden	Anzahl der Umdrehungen.	Wassermenge in einer Minute (in Wiener C. Schuhen.)	Wassermenge in einer Stunde (in Wiener C. Schuhen.)	Zeit in Secunden	Anzahl der Umdrehungen.	Wassermenge in einer Minute (in Wiener C. Schuhen.)	Wassermenge in einer Stunde (in Wiener C. Schuhen.)
122	200	7,868	472,10	300	588	2,200	132
110	172	8,727	523,63	105	200	2,866	172
114	180	8,421	505,30	165	220	1,816	109
				205	236	1,500	90
				66	104	1,818	109,8

Das groſse Modell kann noch von einem neunjährigen Kinde füglich in Bewegung gesetzt und eine halbe Stunde über darin unterhalten werden.

§. 65. Unter allen Schöpfmaschinen, welche durch die Kräfte des Windes, des Wassers, der Thiere und Menschen in Bewegung gesetzt werden, ist die Wasserschraube die vorzüglichste und der Tonnenschnecke schon deswegen weit vorzuziehen, weil dabey die Last der Tonne nicht zu überwinden ist und die Schraubengänge nicht mit Steinen, Schlamm und Wurzelwerk angefüllt werden können, indem man solches gleich gewahr wird und augenblicklich herausnehmen kann. Bey den Tonnen-

schnecken hingegen mufs der Mantel aufgeschlagen werden, um die Ursache der Verstopfung zu entdecken.

Die Wasserschraube würde auch gewifs häufiger im Gebrauch seyn, wenn sie nicht mit etwas Mühe und Genauigkeit, wozu man die gewöhnlichen Handwerker nicht bringen kann, verfertigt werden müfste. In Holland aber, wo dergleichen Maschinen mit vieler Genauigkeit verfertigt werden, bedient man sich ihrer zu grofsen Austrocknungen sehr häufig, weil sie in der Wirkung alle übrigen Maschinen, ausser die Dampfmaschine, übertrifft.

Im allgemeinen leistet die Wasserschraube bey gleicher Kraftanwendung und Förderungshöhe mehr als viermahl so viel, wie ein Schaufelwerk. Dies haben auch die Resultate meiner Beobachtungen bewiesen.

§. 66. Dafs die gewöhnlichen kleinen Tonnenschnecken, deren man sich zur Trockenhaltung der Baustellen bedient, wesentlichen Verbesserungen fähig sind, indem sie eines Theils fast alle, von welcher Gröfse sie auch sind, nur einerley Windungsweiten, etwa von sechs Zoll grofs haben, andern Theils aber bey ihrer Umdrehung blofs die Kurbeln in Anwendung kamen, dies ist bekannt. Wir finden daher in Belidors Wasserbaukunst Tom. 11. §. 224. eine Vorrichtung, mittelst welcher die Wasserschnecke durch einen in zwo Zapfen spielenden Schwungrahmen in Bewegung gesetzt wird; wobey noch zwey Schwungräder angebracht sind. Diese Vorrichtung ist meines Wissens aber bey grofsen Baustellen nicht weiter gebraucht worden, bis sie im Jahr 1803 in der Festung Ollmütz in Mähren — von dem K. K. Ingenieur - Hauptmann von Weidenthal, dessen unermüdete Thätigkeit und dessen praktische Kenntnisse beym Festungsbau unter der trefflichen Leitung des General von Cerine, für den Kaiserlichen Dienst und die Verbesserung der Inondations-Einrichtungen bey der genannten Festung von den wichtigsten Folgen gewesen sind — eine wesentliche Verbesserung erfahren hat. Ich habe die von dem Herrn von Weidenthal erfundene Ma-

schine vor kurzem in Wirkung gesehen und kann daher als Augenzeuge ihre praktische Brauchbarkeit verbürgen.

Diese Tonnenschnecke ist mit ihrer Zugmaschine auf folgende Weise construirt (Tab. 83.).

Der untere Zapfen Fig. 9. sowohl als die Kurbelzapfen Fig. 11. ist von Eisen und mit einem Blatte versehen und so in die hölzerne sechs Zoll dicke Spindel der Schnecke eingelassen, damit sie sich nicht drehen können. Die letzte oder Schöpfschaufel (*) *a* Fig. 10. welche von Eisen ist, hat an der innern Seite einen $1\frac{1}{2}$ Zoll hohen Rand *c*, um dasjenige Wasser, welches bey der Umdrehung der Maschine sonst zurück fällt, um den Schneckengang zu erhalten und die groben Materialien als Steine u. d. gl. den Eintritt in die Schnecke zu verwehren. An der Stelle der gewöhnlichen Kurbel ist in *D* Fig 13. und 8 ein 2′ *f* hohes Schwungrad angebracht. Dasselbe hat an dessen Umfang drey Gewichte *E* (Schwungkolben) jedes von 25 Pfund schwer (die Kraft eines Menschen beym Stofs) erhalten, damit während dem Beharrungsstande der Maschine stets ein Gewicht als Ueberwucht wirkt.

Der obere eiserne in die hölzerne Spindel eingelassene Blattzapfen *G* Fig. 11. ruht mit seinem Bewegungspunkt (*i*) der aus einem gut gehärteten stählernen spitz auslaufenden Knopf (*i*) besteht aus ein von Metall oder Glockenspeise gemachten 8″ langen $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{4}$ Zoll dicken Pfanne, die auf das Bockgestell *A. B. C.* in 2 befestigt ist. Täglich wurde auf dieser 4 bis 5 Tropfen Baumöhl gegossen, anstatt sonst bey den gewöhnlichen Maschinen der Art viel Schmiere zu dem Lager gebraucht wird, wobey täglich $3\frac{1}{4}$ xr. erspart wurde. Die Pfanne hat in der Mitte eine Breite von $2\frac{1}{4}$ Zoll und für den Ring oder Kopf *i* einen unmerklichen Ausschnitt, worin derselbe genau pafst.

Der Grundrifs Fig. 12, so wie die Ansichten Fig. 13 und 14 zeigen die Schwellen *K*. Die Tragesäule *L*., über welche ein ei-

(*) Die übrigen fichtenen Schaufeln sind $\frac{1}{4}$ Zoll dick und die tannenen Tonnenhölzer haben eine Dicke von einem Zoll.

serner Bügel QQ *uw* geht , dessen zwo Arme *rr* an die zwo Schwungbäume *T*. durch Schrauben *vv* befestigt sind. Der Bügel *uu* selbst Fig. 14. bewegt sich über einen Zapfen *O*. An den Schwungbäumen *T* sind zwey Handgriffe *ww* angebracht, an denen zwo Arbeiter angestellt sind, und die die Schwungbäume hin und her bewegen. Diese Griffe stehn aber mit dem Zapfen (4) des Schwungrades *D* mittelst der Gabel *hlhl*, und der Stofsstange *I* in Verbindung, indem die eiserne Hülse oder der Ring *gt* Fig. 12 und 15 auf den Zapfen des Schwungrades *D* gesteckt ist; durch welchen ein Spliefs geht, der diesen Ring hält, dafs er nicht abgleitet. Damit aber die Schwungbäume *T*, woran die Gabel *hllh* Fig. 12. dergestalt angeschraubt ist, dafs der Hebelarm *hw* Fig. 14. so lang als möglich sey - an die stehende Säule *L*, nicht anstreifen, so sind an derselben zwo 2″ starke hölzerne Streiffedern *xx* Fig. 16. befestigt. Die übrigen Theile der ganzen Vorrichtung wird von den Zeichnungen und denen darauf befindlichen Buchstaben erklärt. Die Hülse erhält den Bug *tgf* Fig. 12. um das Anstreifen der Stange *gf* an das Schwungrad zu verhindern: denn diese Stange mufs mit der Schneckenspindel, des vortheilhaften Zuges wegen, einen rechten Winkel machen, welches aber nicht geschehen könnte, wenn dieser Bug *tgf* nicht statt fände.

§. 67. Die Wirkung dieser neuen Vorrichtung hat den Erwartungen des Erfinders vollkommen entsprochen. Bey den gewöhnlichen Tonnenschnecken von 18 Schuh Länge und einen Fufs im Durchmesser wurden nämlich acht Mann und mit der zweystündigen Ablösung sechszehen gebraucht. Diese Erfindung erfordert seit dem Aug. 1803. nur zwey Mann und mit der Ablösung viere.

Die gewöhnliche Schnecke wurde in einer Minute 24 mahl herumgetrieben und förderte 360 Cubikschuh Wasser in der Stunde auf, indem sie bey jeder Umdrehung $\frac{1}{4}$ Cubikschuh ausgofs. Mittelst dieser beschriebene Zugmaschine förderte man hingegen $962\frac{1}{2}$ Cubikschuh Wasser in der Stunde auf, indem die Schne-

cke bey jeder Umdrehung $\frac{11}{24}$ Cubikschuh ausgiefst und in der Minute 35 mahl umgedrehet wird (*).

Dafs diese Schnecke aber bey jeder Umdrehung $\frac{5}{24}$ Cubikschuh mehr Wasser ausgiefst als die gewöhnliche, beruhet darauf *a*) weil die Schneckengänge einen Zoll weiter sind; *b*) der Beharrungsstand von der Maschine wegen des Schwungrades gleichförmig ist und endlich *c*) weil der Drehungspunkt *i* nur eine kleine Fläche ausmacht: mithin wenig Reibung verursacht. Diese letztere Vorrichtung verdient in der Praxis, bey ähnlichen Maschinen, Nachahmung.

Ich hatte den H. H. v. Weidenthal ersucht: über den ökonomischen Effekt bey verschiedenen Lagen der Maschine, Beobachtungen anzustellen und derselbe hat die Güte gehabt, diesen Wunsch zu erfüllen. Die Resultate sind folgende. Die Schnecke erforderte, unter einem Winkel von 45 Grad gestellt, die gröfste Kraftanwendung und wiewohl sie, bey 45 bis 50 Grad, leichter herumgedreht wurde, so gofs sie doch immer weniger Wasser und zuletzt bey 50 Grad fast keines aus. Von 45 bis 25 Grad gofs die Schnecke bey stets leichtern Gange mehr Wasser und bey 25 Gr. fast alles aus, was die Mündung einnahm. Unter einem Winkel von 20 Grad gieng zwar die Schnecke leichter, aber der ökonomische Effekt war auch geringer. H. v. Weidenthal bemerkt noch: dafs die Wassermenge bey 25 bis 30 Grad Stellung fast die nämliche gewesen sey.

Ueber die Zugmaschine Fig. 12 ist ein Bretterdach gelegt um die Arbeiter gegen Sonnenhitze und Regen zu schützen.

In zwey Monathen betrug die Ersparnifs bey drey solchen Tonnenschnecken 5096 fl.; wahrlich ein nicht geringer Vortheil für das Aerarium. Dafs übrigens diese Zugmaschine auch bey den Wasserschrauben angewendet werden kann, versteht sich von selbst.

(*) Die von Perronet gebrauchte förderte auf eine weit geringere Höhe nur 540 Cubikschuh auf. S. 59. des Perronetschen Werks.

§. 68. Zu den grofsen Austrocknungen ist nächst der Dampfmaschine und der Wasserschraube, das *Wurfrad* die vorzüglichste Maschine, deren man sich aber ausser in Holland nur selten bedient, weil sie schon eine beträchtliche Geschwindigkeit des Windes bedarf.

Ein Wurfrad (*a*) Tab 86 Fig. 1, 2 und 3, und Fig 26. besteht 1) aus vier, an einer Welle befestigten Arme, welche zugleich vier Wurfschaufeln bilden. 2) Von jedem solchem Arm zum andern wird ein Holz, welches etwas breiter als die Schaufeln sind gelegt, in welchem die andern Schaufeln eingelassen werden und längs diesen kommen die gebogenen acht Gurtungen, wie dies in Fig. 2, deutlich ist.

Indem nun das Rad oder die Schaufeln herumbewegt werden, so werfen diese das Wasser vier bis fünf Schuh hoch (Fig. 1 und 2) auf. Damit das Wasser aber aus dem obern Graben (Mahlbusen) nicht in den untern zurücklaufe, wenn die Wurfradmühle steht, so ist ein Thürchen zum Verschliefsen des Gerinnes in 4 nothwendig und dieses heifst die *Wachtthüre.* Die Bestimmung der Schwelle dieser Wachtthüre und ihre obere Kante ist besonders in Holland, wo die hohen Gewässer der Mahlbusen grofse Bezirke überschwemmen würden, sehr wichtig, und ich verweise deswegen den wifsbegierigen Leser auf die Materie von Nordhollands Wasserstaat 2ten Band S. 130, wo ich dieselbe abgehandelt habe. Wie das Wurfrad aber mittelst der Windflügel in Bewegung gesetzt wird, das zeigt Fig. 3 ohne alle Erklärung, wo es in (*a*) von vorne gezeichnet ist.

§. 69. Bey den neuesten Austrocknungen von Nieukoop in Holland hat der Wasserbaumeister Blanken aus Brielle, welcher die neueste grofsen Arbeiten von Helvoet geleitet hat und einer der geschicktesten Schleusen - Baumeister unserer Zeit ist, statt der hölzernen Gurtungen zwey dünne eiserne Reife *F. g.* Fig. 44 Tab. 91 durch die Wurfschaufeln *i* gezogen. Welche Construction von gröfserer als die gewöhnliche ist und die Schwungkraft des Rades vermehrt. Wobey nämlich bemerkt werden mufs:

dafs an beyden Seiten der eiserne Reifen und den Schaufelbrettern *m* zwey dünne Holzstriefen *e d* angesetzt und daran mittelst Holzschrauben befestigt werden. Damit die Arme 1. 2. 3. 4. recht fest liegen, so werden zwischen denselben und dem viereckigen Futter *k* der Welle die Keile *h* eingetrieben.

Ein jedes Wurfrad *a* (Fig. 3. Tab. 86.) hängt dergestalt in einem Gerinne (*), dafs zu jeder Seite desselben ein Spielraum von zwey Zoll bleibt. Die Schaufeln haben eine Breite von 14 bis 22 Zoll rheinl. und sind zwey Zoll stark. Der Durchmesser des Wurfrades ist 16 bis $21\frac{1}{2}$ Schuh.

§. 70. Zuweilen treiben zwey Windruthen oder vier Flügel zwey Wurfräder, welches in Tab. 91. Fig. 1 und 2. dargestellt ist. Das an der Flügelwelle *a b* befindliche Kammrad *c* hat 52 Kämme, welche das Getriebe *d* in Bewegung setzen. Das an der Welle *d e* befindliche Stirnrad *f*, setzt die zwo Getriebe *g* und *h*, mithin auch die unterm *l* und *k*, die Kammräder *m* und *n*; endlich auch die zwo Wurfräder in Bewegung. Solche bey Rotterdam stehende Mühle wirft mit einem Rade das Wasser fünf Schuh, wenn beyde Wasserräder gehen, drey Schuh hoch auf.

§. 71. Ehe ich nun über den Effekt der Wurfrademühlen, die in Holland angestellten Beobachtungen mittheile, will ich die Einrichtung der verschiedenen Theile einer Windmaschine näher beschreiben. Ihr obere Theil besteht aus der sogenannten *Haube* (**) *dc* Fig. 1. 2. 3. Tab. 86, welche auf den 14 zu 15″

(*) In Fig. 4 Tab. 86 ist dies sehr deutlich dargestellt, worin das Wurfrad von Fig. 1 gezeichnet ist. *a* ist dieses Wurfrad, welches beym Unterlager das aus Stein besteht mit eisernen Schienen beschlagen ist. *b* ist das Kamrad und *o* die stehende Welle oder Spindel. In Fig. 27. ist das Gerinne 5. 6. mit der Wachtthüre 4 und dem Pfahlgrunde aus 36 langen Pfählen bestehend zu den Pfedern, worauf das Mühlgebäude steht, gezeichnet.

(**) Fig. 6. Tab. 86. zeigt den Queerschnitt von der Haube in Fig. 3. Fig. 7. das Sturmgebind der Haube, im Queerschnitt. Fig. 8. des *untern Stuhls* 9 (Fig. 3.) Grundrifs Fig. 9 dessen Schwelle. Fig. 10. das Stuhlstück.

starken *Träger g* gesetzt ist. Auf diesem ruht die vorne 28″ und hinten 20″ in Viereck starke Flügelwelle *e* durch welche die 13 zu 14″ starke *Ruthen f* dergestalt durchgehen, daſs sie ein recht winkeligtes Kreuz machen, welches dem Winde entgegen stehen muſs. Die Hälfte einer Ruthe heiſst ein *Flügel.* Damit man nun diese stets dem Luftstrom entgegen stellen möge, so muſs die Haube gedreht werden können. Dies wird folgendermaaſsen bewerkstelligt: 1.) Sind die Ständer des Windmühlen - Gebäudes Fig. 1. Tab. 91. 1. 2. 3. und 4. in den Kranz 5. eingezapft. 2.) Auf diesen kommt ein zweyter Kranz (6) zu liegen, worauf die aus Buxbaumholz gemachten und an einem eisernen Ringe (7) befestigten Walze *I* laufen. Von Aussen wird dieses mit dem Ringe *h* Fig. 1. Tab. 86. oder *H* Fig. 1. Tab. 91. umgeben. Auf den Walzen ruht alsdann ein anderer Ring (8), der *Rollring* genannt, auf diesem aber ruht der Träger oder *Spannring G* oder *g*. Diese letzteren Stücke machen zusammen ein Theil des *Drehwerkes*, wodurch die Haube umgedreht wird. Wie dieses *Drehwerk* sich nun im Grundriſs darstellt, zeigt Fig. 23. Tab. 86. Der Rollring, auch Oberring genannt, ist hier in *h* zu sehen, der Spannring in *g*. Der lange 12 und 13″ starke *Drehbalken*

Fig. 11. das Stuhlstück von dem *obern Stuhl r* Fig. 3. und *d* Fig. 12., worin die verticale Welle sich bewegt. Fig. 13. Grundriſs des steinernen Trägers, welcher oberhalb dem Stuhl *r* liegt. Fig. 14 horizontaler Durchschnitt der Haube am Boden. Fig. 15 die Axe des Wurfrades von Fig. 1, welche 16 Zoll ins Gevierte stark ist. Fig. 16. die verticale Welle oder Spille von Fig. 1, die 15 Zoll ins Gevierte miſst und auf ihrem Träger oder Steg *y* steht *x* ist die Welle des Wurfrades im Durchschnitt. Die Seitenständer heiſsen die Scheerstiele und sind 10 zu 16 Zoll vierkantig. Fig. 17 stellt einen Theil der Spindel in Fig. 3 dar, nämlich in *p* ist der untere und *r* der obere Stuhl. Fig. 18 ist die Ansicht der Haube, in Fig. 3 von der Seite, wo die Treppe hinaufgeht, *ee* ist die Thüre; *c* der Drehsturz; *a* die hintere Schwelle; *b* die Längen - Schwellen und *k* das Dach. Fig. 24 ist das untere Kammrad von Fig. 1. Fig. 25 das obere Kammrad; Fig. 21 der obere Fig. 20 der untere Drehling; Fig. 26 ist das Wurfrad.

und der *kurze* Drehbalken. An diesen sind die nach dem Boden zugehende *Drehspreizen* befestigt. Dieses aus den drey Spreizen bestehende *Drehwerk*, *Sterz* genannt, erhält unten einen Haspelrad, weil da in dem Boden rund um die Mühle mit runden Köpfen oder Kloben versehene Pfähle Fig. 1. Tab. 86. eingeschlagen sind, so kann man dasselbe nach allen Richtungen mittelst Seile hinziehen; folglich die Haube mit der Windflügelwelle, je nach der Richtung des Windes herumdrehen.

§. 72. Eine andere Vorrichtung der Holländischen Windmühlen besteht darin, dafs man ihren Umschwung hemmen kann. Zum befsten geschieht dies mit dem sogenannten *Flammschen-Fang* oder mit der *Flammschen-Bremse* Fig. 19. Tab. 86., welche Bremse auch in Fig. 3. sichtbar ist. Dieselbe umschliefst nämlich das Kammrad *i*. Wird nun das Eisen *ab*, welches das *Säbeleisen* heifst, mittelst dem nach dem Boden gehenden *Zuge* 4., Fig. 3., mittelst des Hebels, womit dieser Zug und das Eisen in Verbindung steht, herunter gezogen, so wird der Ring oder die Bremse *bgd* an das Kammrad *i* Fig. 3. angeprefst und der Gang der Maschine gehemmt. Bey einer gewöhnlichen Bremse streift ein Baum unten an das Kammrad und es mufs eine den obigen ähnliche Vorrichtung mittelst des herunter hängenden Seiles Fig. 1. in Bewegung gesetzt werden können.

§. 73. Die Wurfradmühlen haben zu einer, bey allen Mühlen und Wasserrädern sehr nützlichen Verbesserung Gelegenheit gegeben. Da sie nämlich sehr lange Flügel, mithin auch schwere Wellen erfordern, und das Holz zu 28 bis 30 Zoll kantig überaus theuer ist: so setzt man jetzt in Holland die Wellen aus vier Stücken zusammen, wovon zwey Stücke *e* und *t* in Fig. 5. Tab. 86. sichtbar sind. Diese Stücke werden zusammen gehalten 1.) vorne von den vier eisernen Schraubenrahmen (*),

(*) Ehemals wurden diese Rahmen mittelst eisernen Spliefsen angetrieben; jetzt gebraucht man aber dazu auf den Ecken der Welle Schrauben, welche eine weit stärkere Anziehung zulassen und daher besser als die alte Einrichtung sind.

2.) von der mit zwey Ringen *ik*, mit Schrauben zusammen gezogen werden, umschlossenen eisernen Schiene; 3.) von zwölf Schrauben, von welchen zwey in der citirten Figur ohnweit dem Ende sichtbar sind, und von denen auf zwo Seiten sechs angebracht werden. Jede derselben geht durch alle vier Holzstücke, woraus die Welle zusammen gesetzt ist, durch; folglich ist an der einen Oberfläche der Seite die Schraubenmutter und an der entgegen stehenden der viereckige Kopf. 4.) Endlich wird die Wellc von drey eisernen Ringen ohnweit des Zapfens umgeben.

Diese Verbindung ist von der gröſsten Festigkeit und erlaubt die Wahl eines guten Holzes, welche bey den dicken Wellen aus einem Stücke, nicht immer übrig blieb.

§. 74. Ehe wir nun zur Construction der Windflügel und ihrer Stellung übergehen, so ist zuförderst zu bemerken,, daſs die Flügelwelle unter einem Winkel von 11 bis 16 Grad mit dem Horizont gelegt wird, eines Theils, damit ein sicherer Stand der Haube oder des obern Theils der Mühle entstehe und andern Theils, damit die Flügel vor dem Mühlgebäude vorüber streichen können.

§. 75. Eine Ruthe, das sind zwey Flügel, wird aus einem 60 bis 80′ langen kiefernen Balken gemacht. Wenn sie 70 bis 96′ lang seyn soll, wird eine Verlängerung von 10 bis 16 Schuh daran geschiftet und mit Schrauben befestigt. Ehemals machte man die Ruthen von Eichenholz und schiftete an beyden Enden kieferne Verlängerungen daran. Immer muſs jedoch die Anschiftung an denjenigen Theil kommen, dessen Holz schwerer als das andere ist, damit die gleichförmige Umschwingung der Flügel befördert wird.

Auf 10 bis 12′ Länge von der Welle ab erhält die Ruthe eine Stärke von 12 bis 16 Zoll und muſs sie 2″ dicker als breit seyn. Jede Ruthe sollte nach den Spitzen oder Enden dergestalt behauen werden, daſs sie im Gleichgewicht zu liegen kömmt, wenn ihre Mitte auf ein scharfes Unterlager gelegt wird, weil hierdurch der

Umschwung von den Flügeln leichter und regelmäſsiger bewirkt wird.

Man kann um ihren Schwerpunkt in der Mitte zu bringen, auch nach der Bearbeitung in dem einen obern Ende etwas Bley gieſsen oder es mit Eisen beschlagen.

§. 76. Zu den wesentlichsten Maaſsregeln bey der Anlage der Windmühlen gehört unstreitig die Lage der Flügel auf die Axe des Flügels d. i. die Lage desjenigen Feldes, worauf der Wind stöſst auf die Axe. Dieselbe wird natürlich durch die Stellung der Sproſsen *a b* Fig. 45. Tab. 91., worauf das Segeltuch gespannt wird und die das *Feld des Flügels* ausmachen, bewirkt. Es kömmt daher darauf an, dieser Lage gemäſs die Sproſsenlöcher in die Ruthe einzustemmen.

Nach der Erfahrung müssen die der Welle zunächst stehenden Sproſsen mit dem Flügel einen Winkel von 25 Grad bilden, wenn die Flügel von der Haube vorbey streichen und den Wind gut auffangen sollen. Folglich müssen die Sproſsenlöcher mit 4 Zoll Schräge auf den Schuh ausgestemmt werden. Die nachfolgenden Sproſsen erhalten eine geringere Schräge, so zwar, daſs die zehnte Sproſse unter einem Winkel von 20, die 20te unter einem Winkel von 10 Grad zu stehn kömmt.

(Verhandeling van het Batoſsch Genootschap III. Deel p. 193.) Auf diese Weise muſs die schräge Stellung der Sproſsen allmählig abnehmen, bis die fünfte vom Ende recht winkelig auf dem Flügel steht. Die übrigen erhalten eine den obern entgegengesetzte schräge Stellung von 1. 2. 3 bis 4 Graden.

Die Vortheile, welche diese Lage der Sproſsen oder des Segeltuches gewährt, bestehen darin *a.*) daſs die Segel eine gute Anspannung auf die Sproſsen erhalten, mithin nicht schlottern *b.*) der *Luftstrom* auf die Flügel nicht nur vortheilhaft wirkt, sondern an den Enden derselben abgleitet.

§. 77. Ich wähle mit Bedacht die Benennung *Luftstrom*, denn bey den Windmühlen ist es nicht ein *Windstoſs*, sondern ein *Luftstrom* der daselbst wirkt, und der aus der Bewegung der

Windflügel, welche die Luft theilen, entsteht. Ein Umstand, der wesentlich die Wirkung der Windmaschinen vermehrt. Jeder Beobachter wird, wenn er sich einer Windmühle nähert, verspüren, daſs die Luft regelmäſsiger und schneller strömt, als in einiger Entfernung von der Windmühle; ja, wo ein solcher Luftstrom in der Nähe einer gehenden Windmühle nicht statt findet, sondern die Luft stoſsweise wirkt, da ist es vergeblich, einen gleichförmigen Gang der Maschine zu bewirken. Man sieht daher, daſs die Localität der Gegend und der Zug der Luft vorher erst untersucht werden müsse, ehe man eine Windmühle anlegen dürfe. So ist es z. B. gewöhnlich, daſs in den niedrigen Seegegenden und an groſsen Flüssen oder in engen Thälern ein regelmäſsiger Luftstrom statt findet.

Da nun der gleichförmige Umgang einer Maschine wesentlich zu ihrer Vollkommenheit gehört; bey denen Getraidemühlen insbesondere derselbe durchaus nothwendig ist, wenn gutes Mehl erhalten werden soll; so sind die horizontalen Windmühlen, welche nicht anders, als stoſsweise wirken können, gar nicht in Praxis zu diesem Behuf anwendbar. Es sey dann, daſs man die sonderbare Idee ausführen wolle, grobes, feines und mittleres Mehl untereinander zu haben!!

§. 78. Nach der Theorie, wie sie der Rath Langsdorf in seinem Lehrbuch der Hydraulik §. 329. vorträgt, sollten die Flügel eine solche Stellung erhalten, daſs sie mit der auf der Welle gezogenen senkrechten Ebene einen Winkel von 54° 4′ machen. Dabey tritt aber, wie die Holländischen Praktiker in jener Holl. Schrift bereits bey einem Winkel von 45° anführen, der Umstand ein, daſs die Flügel an die Haube streifen und der Wind die Segel rückwärts aufbläſst, folglich der Umschwung von den Flügeln gestört werden würde. Beobachtet man indessen aufmerksam die Umschweifung der Flügel, so wird man sich, selbst bey der schrägen Lage der Welle von 16 Gr. überzeugen, daſs dieser Winkel füglich 30° statt des in Praxis herrschenden angenommen werden könne, wodurch ein gröſserer Effekt hervorgebracht wird.

§. 79. Nach diesen Betrachtungen wollen wir zur Construktion der Flügel zurückkehren. So wie nun die Ruthe dergestalt abgebeisselt ist, dafs sie nach dem Ende zu halb so stark als bey der Axe etwa $7\frac{1}{2}''$ stark und gegen die Windseite zu bey *g* schräge abgestofsen ist, damit der Wind leichter abgleite: so werden die Sprofsenlöcher 1. 2. 3. u.s.w. nach der oben angegebenen Richtung auf 12 bis 13 Zoll Abstand unter sich und auf 6 Fufs Entfernung von der Welle $1\frac{1}{2}$ Zoll breit und 2 Zoll lang viereckig durch die Ruthe gestemmt. Auf dem einen Flügel kömmt das erste Sprossenloch (1) nahe an der vordern Ruthenfläche, auf dem andern oder entgegengesetzten Flügel aber bey 4 in der Mitte zu stehen, durch welche Einrichtung die gleichförmige Pressung der Ruthe in dem Wellenloche bewirkt wird.

In Holland werden (wo möglich) die Sprofsen von dem unter der Torf oder Veenerde gefundenen Eichbäumen genommen. Dieses Holz, von dem ich ein Stück besitze, ist schwarz und sehr *elastisch*, fast wie Fischbein, folglich zu diesem Gebrauch sehr gut. Ja die gleichförmige und leichte Umschwingung der mehresten Maschinen hängt wesentlich von der Elasticität ihrer Theile ab. So mufs z. B. der Mühlsteeg bey einer Kornmühle elastisch seyn, die Windwichtflügel bedürfen der Elasticität noch mehr, daher kiefernes Holz dem eichenen vorzuziehn ist. Diese Sprossen bekommen eine Länge von acht Schuh, wovon für die Breite des Flügelfeldes *cd* sechs Schuh übrig bleiben, die übrigen zwey Schuh stecken in die Ruthe und gehen auf die andere Seite bis *f* durch, um die *Windborde fe* zu tragen. Diese *Windborde* besteht aus drey $\frac{3}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken Brettern. Sie macht mit der Dicke des Flügels zwey Schuh aus und ist daher oben bey *f* schmäler als bey *e*. Auf diese Weise ist die Fläche eines Flügels, worauf der Luftstrom wirkt, bey einer Ruthe von 90 Fufs Länge 230 bis 260 Quadratfufs grofs. Die Schwere einer solchen Ruthe beträgt aber 1600 bis 1700 Pfund, und wenn der Flügel in einer Minute 12 mahl umgeschwungen wird, so macht dessen Umfang 51 Fufs in der Secunde.

§. 80. Bey diesem und noch einem schnellern Umschwunge (12 mahl ist ein gewöhnlich guter Umlauf der Flügel) ist es kein Wunder, daſs die Ruthen zuweilen an der Axe brechen. Zu diesem schnellen Gange kommen noch folgende Ursachen, welche das Brechen der Ruthen erleichtern. 1.) Daſs öfters frisches und nasses Holz zu den Ruthen genommen wird. 2.) Die Nässe, welche sich in der Nähe der Axe sammelt und Fäulniſs verursacht. 3.) Das Auflegen zu vieler Segel, wenn der Wind heftig genug bläſst, um durch weniger Segel die Flügel umzutreiben. 4.) Das schnelle Bremsen des Kammrades, wodurch die Maschine schnell zum Stillstande gebracht wird. 5.) Der zu schräge Stand der Sproſsen, wodurch der hintern Luft eine zu groſse Fläche entgegengestellt wird. 6.) Weil öfters die Ruthen unten zu breit und zu lang gemacht werden.

§. 81. Diesem Uebel d. i. dem Zerbrechen der Ruthen zu begegnen, hat man verschiedene Abhülfsmittel vorgeschlagen. Ich will hier die wesentlichsten davon anführen. *a.*) Das Mittelstück solle von Eichenholz 44 bis 48′ lang und an jeder Seite 20 bis 22 Fuſs lange Anschiftungen von Kiefernholz gemacht werden. *b.*) Die Ruthen sollen nicht durch die Axe, sondern wie die Arme an den Wurfrädern um dieselbe gelegt werden. *c.*) Die untere vier Sproſsen solle man gänzlich weglassen. *d.*) Anstatt die Sproſsen durch die Ruthen gehn zu lassen, solle man sie auf dieselben mit schwalbenschwungförmiger Fügung einlassen. *e.*) Die letzten Sproſsen sollten nur drey Schuh zur Breite erhalten. *f.*) Die vier Flügel müsse man auf 10 Schuh Abstand von der Welle mit eisernen Stangen kuppeln oder in Verbindung bringen.

Diese vier letzten Mittel scheinen die beſsten zu seyn, nur müſsten statt der eisernen Stangen, Seile, welche nachgeben und die Elasticität der Flügel nicht gänzlich aufheben, gebraucht werden, welche mittelst Rollen fest anzuziehen wären.

§. 82. Zu den Verbesserungen der Windmühlflügel, muſs allerdings diejenige Einrichtung gezählt werden, welche die H. van Deyl in Holland angegeben haben und die von dem Prof.

Aenae in seiner Verhandeling over de Molenwieken, beschrieben ist. Sie besteht kürzlich darin: daſs jede Hälfte der Ruthe, so weit die Sproſsen darauf gesetzt werden (also jeder Flügel) in 6. 8. bis 10 gleiche Theile getheilt wird. Die zweyte Sproſse von der Mühlaxe gerechnet, wird unter einem Winkel von 35 Grad 16 Minuten mit der Bewegungs-Ebene gesetzt, wo also der Einfallwinkel 54 Gr. 44. M. groſs wird. Eine Gröſse, die zuerst Parent und Belidor Tom. 1. §. 847. festsetzte. Auf dieser Normalsproſse werden die übrigen dergestalt gestellt, daſs sich die Tangenten der Einfallswinkel wie der Abstand der Sproſse von der Mühlaxe verhalten. Die Sproſsen werden auf die Ruthen gelegt.

Die mit diesen Flügeln angestellten Versuche haben zwar gezeigt, daſs sie einen gröſsern mechanischen Effekt geben, aber zwo Umstände scheinen ihrem Gebrauche sehr entgegen zu stehen *a.*) weil sie nach dem Ende zu einen stärkern Stoſs als die gewöhnlichen leiden, folglich leichter in der Nähe der Mühlaxe brechen, *b.*) und die Segel, wegen des groſsen Einfallwinkels und des Stoſses vom Winde auf das Mühlgebäude stärker gegen die Sprossen und Ruthen angeschlagen werden oder Klappern, mithin in kurzer Zeit ruinirt werden. Dieses Schlottern und Anschlagen der Segel habe ich an der bey der Kortenaarschen Vaart ohnweit der Drecht gelegenen Wurfradmühle, wahrzunehmen Gelegenheit gehabt. Bey groſsen Mühlen scheinen daher diese Flügel nicht vortheilhaft zu seyn.

§. 83. Nach diesen alle Windmühlen betreffenden Anmerkungen, kommen wir auf die Wurfradmühlen zurück. Derselben giebt es in Holland eine unzählbare Menge, nicht etwa von einer kleinen Gattung, sondern von einer groſsen, wovon eine gegenwärtig 25 bis 28000 fl. kostet. Der ökonomische Effekt den sie leisten ist beynahe dem der groſsen Wasserschrauben gleich. Es ist daher gewiſs nichts überflüſsiges, wenn ich dabey noch etwas verweile. In den neuesten Zeiten hat man bey ihnen, dadurch eine Verbesserung einführen wollen, daſs man die Wurfräder,

welche fast vertical standen unter einem Winkel mit dem Horizont legt. Diese heifsen schiefliegende Wurfräder.

Ehe nun die bey diesen Maschinen in Holland angestellten Beobachtungen angeführt werden, will ich liefern ein

§. 84. *Verzeichnifs von den Theilen einiger Holländischen Wurfradmühlen.*

Gegend, wo die Wurfradmühle steht.	Flucht der Windflügel.	Durchmesser des obern Kammrades.	Anzahl der Kämme.	Durchmesser des obern Getriebes.	Anzahl der Stäbe.	Durchmesser des untern Kammrades.		Anzahl der Kämme.	Durchmesser des untern Getriebes.	Anzahl der Stäbe.	Das Wurfrad macht daher Umlauf bey	Anzahl der Windflügel.	1.) Breite der Wurfschaufeln a.d. Peripherie	2.) Auf 6 Fufs Abstand von der Peripherie.	Anzahl der Wurfschaufeln.	Durchmesser des Wurfrades.		Höhe der Aufrichtung des Wassers.	
	F. rhl.	Fufs		Fufs		F.	Z.		Fufs				Zoll	Zoll		F.	Z.	F.	Z.
1.) Die Binnenwegsche Wurfradmühle in der Austrocknung von Bleiswyk . . .	88	11½	68	5⅓	37	16	5	99	4¼	28	7	74	18¾	21½	28	19	9	4	
2.) Die Berg - Wurfradmühle in eben derselben Austrocknung	88	12¾	77	6	42	18	4	112	4¼	28	u. s. w.		18½	20½	28	20	6		
3.) Wurfradmühle mit einem schiefliegenden Wurfrade daselbst	88	12	74	5¼	38	15		120	4¼	28			24¼		28	21	6		
4.) Eine zweyte Wurfradmühle der Art .	88	12	74	5¼	38	15	4	142	4¼	28			22½		28	21	2		
ebend.	88	12	77	6	42	18	4	112	4¼	28			18½	20½	28	20	6		
5.) Wurfradmühle in der *n* Austrocknung	90	10⅓	71	5⅓	37	16	6	91	4⅓	27			18½		20	20			
6.) An der Kortenaarschen Vaart . .	90	18	93	4½	27	10	8	71	4½	37			24		24	20		4	6
7.) Tab. 86. Fig. 1 (*)	64	10	58	4	24	14		70	4	18			13½		24				
8.) Tab. 86. F. 2 (**)	65	10	60	4	24	14		70	4	18			14		20	16			
9.) Tab. 86. F. 3 (***)	90	10	62	4½	27	15	6	73	4	25			14		20	17	3		

(*) Die Wurfschaufeln waren gröfstentheils 3 Fufs 10 Zoll lang.

(**) Diese Wurfradmühle steht zwischen Loenen und Nieuwersluis ohnweit der Veht.

(***) Steht zwischen Affendelft und Uytgeest.

§. 85. Wiewohl man in Holland im Allgemeinen bey einem Winde der 35 Schuh in der Secunde zurücklegt rechnet, daſs eine Wurſradmühle der gröſsten Art in der Minute 1800 Cubikschuh Wasser (*) und auf ein Jahr gerechnet bey den verschiedenen Winden, die daselbst herrschen, 822,25 Cubikschuh in der Minute aufwirft, auch Lulofs bey 58 Enden oder 14 ½ Umschwünge in der Minute für eine Wurfradmühle der gröſsten Art bey 4 Fuſs Aufwurf 1330 Cubikschuh rechnet: so ist es doch dem Plan dieses Werkes angemessen, wenn das Wesentlichste derer Beobachtungen; welche auf öffentliche Kosten bey den Wurfradmühlen in der Bleiswykschen Austrocknung (Tab. 41.) in den Jahren 1775, 1776. bey vier Mühlen, deren gehendes Werk in der vorstehenden Tafel angezeigt ist, angestellt sind.

Es hatten nämlich die Gebrüder Eckhard in einer Schrift (Wiskundige Beschouwing van een hellend Water - Scheprad etc. 1774.) den Vorschlag gemacht: das Wurfrad mit dem Horizont geneigt zu legen, da es ehemals vertical stand. In der genannten Austrocknung wurden daher zwey dergleichen Wurfradmühlen (Nro. 3 und 4 in der Tabelle) erbauet. Der erstern Mühle ihre Wurfrad war $24^0\ 4'$ geneigt, das zweyte auf $30^0\ 43'$. Die zwey Mühlen Nro. 1 und 3 warfen das Wasser bis zu 52″ hoch auf; die in Nro. 2 und 4 bis 70 Zoll. Um den ökonomischen Effekt so genau als möglich beobachten zu können, wurde oberhalb der Mühle ein *Teich*, (*Meſsbusen*) Holl. Matbusen, mit einer Bretterverschalung gemacht. Die dabey angestellten Versuche geschahen in einem Zeitraum von einem Jahr. Die Umläufe wurden nach der Anzahl der Flügel, welche in jeder Minute eine und dieselbe Stelle im Umfang der Schwingungskreise passirten, gerechnet, welche die Holländer die *Anzahl der Enden* nennen.

(*) De ductie etc. overgeeven an de Wol. O. Herrn Dykgraafen Heemraaden van Rhynland Ao. 1756. p. 19.

Diese Beobachtungen sind von dem Mathematiker Douwes zusammen gestellt, welcher einen Rapport darüber abstattete, um der Regierung darzulegen; welche Wurfräder, ob die vertical oder schiefliegenden, den gröfsten ökonomischen Effekt leisten, d. i. die gröfste Wassermenge auffördern.

Die Resultate dieser Beobachtungen sind von ihm in folgender Schrift aufgestellt: Verhandeling over de Proportien tuschen de Vermogens der gewoone Watermoolens werkende met een Staand Scheprad en der nieuwlings door de H. Gebroedere Eckhardt mit gevondene Hellende - Scheprad moolens 1779.

Die Wahrnehmungen sind angestellt.

1.)	Bey 8″ Vorwasser u. bey dem Hinterwasser, nämlich bey	Nro.	1.50	bey Nro.	3.44″
2.)	— 12- — — — — — — — —		60	— —	54-
3.)	— 18- — — — — — — — —		54	— —	48-
4.)	— 24- — — — — — — — —		60	— —	54-
5.)	— 30- — — — — — — — —		66	— —	60-

§. 86. Weil die Beobachtungen des fünften Falls bey dem gröfsten Widerstande den die Wurfradmühlen erfahren haben gemacht sind, so will ich einige davon hier mit aufnehmen. Zur Bestimmung der Stärke des Windes hat man sich des von C. Brunings im 14. Theil der Verhandelingen van de Holl. Maats der Weet. te Haarlem 14 D. p. 609. verbesserten Polenischen Windmesser bedient.

Beobachtungen bey dem verticalen Wurfrade der BinnewegschenMühle oder bey Nro. 1 der vorigen Tafel in §. 84.

Tag der Beobachtungen.	Aufgeworfene Wassermenge in rhl. Cubikschuhen in jeder Minute.	Mittlere Höhe der Aufmahlung. Zoll	Mittlere Windkraft in Graden.	Anzahl der Umschwingung der Flügel in jeder Min.
1775 19. Oct.	2198,8575	$34\frac{1}{2}$	12	16,22
1. Nov.	1820,5100	$30\frac{1}{2}$	20	13,20
14. Dec.	2247,11	$36\frac{7}{8}$	$15\frac{2}{3}$	14,87
1776 10. Apr.	1816,185	$33\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	12,5
17. Apr.	798,000	$26\frac{7}{8}$	7	7,7

Beobachtungen bey dem schiefliegenden Wurfrade oder bey Nro. 3 der vorigen Tafel in §. 84.

Tag der Beobachtungen.	Aufgeworfene Wassermenge in rhl. Cubikschuhen in jeder Minute.	Mittlere Höhe der Aufmahlung. Zoll.	Mittlere Windkraft in Graden.	Anzahl der Umschwingung der Flügel in jeder Min.
1775 19. Oct.	2271,2	$35\frac{3}{8}$	12	13,8
1. Nov.	2083,2	$30\frac{3}{4}$	20	12,4
14. Dec.	2253,8	$36\frac{3}{4}$	$15\frac{2}{3}$	14,7
1776 10. Apr.	1666,9	$32\frac{1}{2}$	$17\frac{1}{2}$	13,15
17. Apr.	640,5	25	7	6,83

Bey 23 Beobachtungen war die Mittelzahl 1810
1876,8

Beobachtungen bey dem verticalen Wurfrade der Bergwurfradmühle Nro. 2. §. 84.

1775 28. Oct.	977,61	$55\frac{1}{4}$	9	9,9
21. Dec.	1773,5	$48\frac{1}{8}$	$12\frac{1}{2}$	12,8
1776 3. May.	1703.	$54\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$	13,2
14. Aug.	1027,7	$50\frac{3}{4}$	14	13,7
9. Oct.	2032.	$57\frac{1}{16}$	30	10,12
11. Oct.	546.	$50\frac{13}{16}$	6	9,2
25. Oct.	310.	$37\frac{11}{16}$	7	8,1

Beobachtungen bey dem schiefliegenden Wurfrade Nro. 4. der Tafel §. 84.

1775 28. Oct.	992.	$54\frac{5}{8}$	9	9.
21. Dec.	1880.	$48\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{3}$	14.
1776 3. May.	1869.	$54\frac{7}{8}$	$15\frac{1}{2}$	13,8
14. Aug.	1087.	$50\frac{13}{16}$	14	10.
9. Oct.	2455,3	$59\frac{7}{16}$	30	16,5
11. Oct.	716,4	$54\frac{3}{8}$	6	9.
25. Oct.	493,4	$44\frac{5}{16}$	7	8.

§. 87. Ehe der Effekt dieser verticalen Wurfradmühlen mit dem Effekt der Schiefliegenden von die Gebrüder Ekhardt erfundenen Wurfradmühlen verglichen wurde, wurden die erstern nach der besst bekannten Einrichtung gemacht. Van Douwes hat daher Seite 25 seiner Abhandlung die Effekte der gewöhnlichen verticalen Wurfradmühlen mit diesen in der Bleyswykschen Austrocknung stehenden verglichen und eine Tafel darüber geliefert, die ich hier mit aufnehmen will, weil sie sehr schätzbar ist.

Die Binnenwegische Wurfradmühle von 88 Fuſs Flucht.				Gewöhnliche Wurfradmühlen von 86 Fuſs Flucht.
Es wurden in jeder Minute in Tonnen à 5 1/4 Cubikfuſs aufgeworfen.	Mittlere Höhe der Aufmahlung in Zollen.	Anzahl der Tonnen auf die Wurfhöhe von 48 Zoll reduzirt in einer Minute.	Enden der Windflügel in jeder Minute.	Anzahl der aufgeförderten Tonnen Wasser à 5 1/4 M. auf die Wurfhöhe von 48 Zoll.
391,60	$47\frac{1}{2}$	387,52	$62\frac{3}{10}$	320,03
447,92	$50\frac{3}{6}$	470,09	$76\frac{1}{5}$	366,06
289,63	$50\frac{1}{2}$	304,71	$49\frac{1}{5}$	257,32
381,48	51	405,32	$59\frac{4}{5}$	308,67
369,38	$49\frac{1}{4}$	379,00	62	318,68
347,64	$51\frac{1}{2}$	372,98	$50\frac{2}{5}$	263,38
215,30	$47\frac{1}{4}$	211,94	$38\frac{9}{10}$	203,94
349,12	$45\frac{3}{8}$	328,78	$50\frac{1}{10}$	261,97
184,69	$44\frac{7}{8}$	172,67	$30\frac{4}{15}$	119,34
221,74	40	184,78	$29\frac{3}{5}$	113,44
396,36	49	409,78	$60\frac{2}{15}$	310,34
347,01	$45\frac{1}{2}$	234,14	$38\frac{3}{10}$	200,66
265,84	$45\frac{3}{4}$	253,38	$45\frac{4}{15}$	237,98
239,39	45	224,43	$40\frac{2}{5}$	213,06
426,80	$49\frac{1}{2}$	440,14	$61\frac{2}{15}$	314,75
262,25	$45\frac{1}{4}$	247,23	$42\frac{4}{5}$	225,64
320,88	$42\frac{1}{8}$	281,61	$47\frac{3}{5}$	249,43
401,22	$44\frac{3}{8}$	370,92	$62\frac{3}{5}$	321,38
308,86	$47\frac{1}{8}$	303,24	$48\frac{8}{13}$	254,40
359,53	$49\frac{1}{8}$	367,96	$55\frac{3}{14}$	287,11
313,78	$42\frac{1}{8}$	275,37	$47\frac{2}{3}$	249,77
167,99	$37\frac{1}{2}$	131,24	29	105,85
168,76	$41\frac{5}{8}$	146,35	25	58,75
421,55	$49\frac{3}{4}$	436,92	$72\frac{1}{2}$	356,33
357,19	47	349,75	$55\frac{3}{10}$	287,56
436,41	$48\frac{1}{2}$	440,95	$66\frac{4}{5}$	338,28
436,56	$51\frac{1}{8}$	464,99	$73\frac{11}{13}$	359,68
453,77	$51\frac{5}{8}$	488,04	$77\frac{1}{3}$	368,61
439,15	$51\frac{15}{16}$	475,17	$67\frac{14}{15}$	342,47
441,71	$54\frac{1}{4}$	499,23	$78\frac{4}{15}$	370,11
380,66	$54\frac{5}{16}$	430,72	$62\frac{2}{5}$	320,48
306,45	$54\frac{9}{16}$	348,34	$49\frac{11}{15}$	260,12
400,75	$42\frac{1}{4}$	352,74	$60\frac{1}{3}$	311,11
410,85	$48\frac{1}{2}$	415,13	$65\frac{13}{15}$	334,75
420,25	$49\frac{3}{4}$	435,44	$70\frac{1}{5}$	349,87
432,91	$51\frac{17}{32}$	464,76	$75\frac{1}{15}$	363,17
352,58	$50\frac{3}{8}$	370,06	$58\frac{4}{5}$	304,12

§. 88. Diese bey den oben erwähnten vertical stehenden und schiefliegenden Wurfrädern gemachten Wahrnehmungen ge-

ben nach der Douweschen Abhandlung unter andern noch folgende für die Praxis wichtige Resultate.

Mit dem stärksten Winde, bey dem die Maschinen noch gehn konnten, denn bey Sturmwinden müssen sie von den Segeln entledigt und gebremset werden, förderten sie: nämlich 640 Tonnen die Binnewegsche; 658 Tonnen die Mühle N$^{ro.}$ 3
463 - - - - Bergmühle - 432 - - - - - - - - 4;
welches ausserordentliche Effekte sind, auf die man nicht oft im Jahre rechnen kann, Lulofs rechnet auch nur 1330 Cubikschuh.

Die Effekte der verticalen Wurfräder verhalten sich bey den verschiedenen Beobachtungen zu den schiefliegenden wie 11 : 10, wie 12 : 10 und zu den gewöhnlichen Wurfradmühlen wie 5:6. Die schiefliegenden Wurfräder wurden schon bey einem geringen Winde in Bewegung gesetzt, wenn die Verticalstehenden noch still standen. Hierin liegt vorzüglich die bessere Eigenschaft der erstern, insbesondere für solche Länder, worin der Wind nicht anhaltend stark bläst. Vorzüglich tritt dieser Vortheil in nassen Sommern ein, wenn man das Polderwasser fortschaffen muss und der Wind gewöhnlich schwach ist.

§. 89. Ausser diesen grossen Wurfradmühlen giebt es in den Marschgegenden der Nordsee und Friesland eine Menge kleiner Wurfmühlen Fig. XVI. Tab. 83. *Büsch* hat diese Maschine in seiner Hydraulik S. 354 folgendermassen beschrieben.

„An der schrägen Welle *AB* sind oben in *A* Windflügel, nur 20 bis 24 Fuss vom Mittelpunkt aus lang, befestigt. Unten sitzt mit eben dieser Welle das Wurfrad *B* zusammen. Oben in *C* drehet sich das ganze Gerüste auf dem tief eingerammten Pfahl, *CD*. Unten dreht sich alles mit dem Theil des Gerüstes *Gi*, in welchen die Streben *RT* und *ik* eingelocht sind. Alles muss so gut als möglich im Gleichgewicht um *C* seyn. Der horizontale Balken *GCH* trägt an seinem Ende eine hinlänglich grosse Fläche von Brettern *V*, vermittelst deren der Wind selbst die Flügel sich entgegenstellt. Die schräge Strebe *ik* dient dem Zapfen der Welle als eine Widerlage, über welcher sich derselbe in *K* dre-

het. An eben dieser Strebe aber ist eine hölzerne Verkleidung befestigt, von welcher die Figur nur die Durchschnitts-Breite in *L* und den hervortretenden Rand in *M* darstellt, und damit hängt ein flaches Gerüste von Holz *N* mit der steilen Wand *O* zusammen, auf und gegen welche das Wurfrad das Wasser wirft. Wegen der schrägen Lage des Rades darf die Verkleidung nur hinter dem Rade angebracht werden, wenn bey einem senkrecht sich drehenden Rade das Wasser auf beiden Seiten gehalten werden mufs, dafs es nicht seitwärts weggeschleudert werde. Die ganze Maschine steht in einer runden Grube, welcher das Wasser von dem Acker umher zugeleitet wird. Ein Damm, *PQ* umschliefst diese Grube, der rundum gleiche Höhe hält, über welchen das von der Strebe *ik* gehaltene Gerüste *N* ohne anzustossen mit jeder Drehung der Mühle fortgleitet, und das Wasser über den Damm hinaus abfliefsen macht."

§. 90. Werden nun die Effekte und Constructionen der hier beschriebenen Schöpfmaschinen gegeneinander gehalten, so zeigt sich

1) Dafs man zu grofsen Austrocknungen und Entwässerungen die Wasserschraube und das Wurfrad anwenden müsse.

2) Dafs zur Leerung der Baustellen am vortheilhaftesten angewendet werden können: *a*) Die Wasserschraube. *b*) Das Paternosterwerk. *c*) Das Schaufelwerk. *d*) Die Tonnenschnecke. *e*) Das Kastenrad, so wie *f*) das Ausschöpfen mit Eimern.

3) Dafs aber zu den Grabenaufräumungen das Wasser zum leichtesten mit den Wurfschaufeln und 4) zu den Wiesenwässerungen mit dem Kasten- oder Schöpfrad aufgefördert werden können.

Als eine Uebersicht wollen wir aus dem Vorgetragenen folgendes wiederhohlen.

Art der Maschinen.	Förderungshöhe in Schuhen.	Anzahl der Arbeiter.	Effekt in Cubikschuhen in der Stunde.
Schaufelwerk . .	12	8	1440
Paternosterwerk .	12	4	460
Tonnenschnecken .	6	2	962
Schöpfrad mit Eymer	12	vom Wasser getrieben	5400
	6		9600
Wasserwippe . .	3	20	600
Zellenrad	8	12	3600
Wasserschraube . .	12	8	5760

Was die Dampfmaschine anbetrifft: so hat eine der neuesten und besten, nämlich die zu Helvoet in Holland wegen der Schiffsdocken erbauten Maschine mit drey Pumpen 56700 Cubikschuh zwanzig Schuh hoch gehoben. Da sie aber neun Pumpen hat, so wird sie über 170,000 Cubikschuh in der Stunde auffördern, wozu 425 Paternosterwerke nothwendig gewesen seyn würden. Ueber diese Maschine zu Helvoet ist mir nichts weiter bekannt, als was ich in der Allgemeenen Konst en Letterboede 1802. Nro. 32. gelesen habe. Gewifs wird uns der Baudirector Blanken eine Beschreibung des ganzen merkwürdigen Dockenbaues dereinst liefern und die Wissenschaft mit seinen dabey gemachten Erfahrungen bereichern.

§. 91. Wer den Effekt der Schöpfwerke in gewissen Stunden genau wissen will, ohne spezielle Messungen anzustellen, der mufs an den Maschinen ein Räderwerk anbringen, welches die Anzahl der Umdrehungen der Maschine angibt und die Wassermenge, vorher ausgemittelt haben, welche auf jede Umdrehung der Maschinen kömmt.

Perronet hat sich einer solchen Vorrichtung bedient, die, um die geleistete Arbeit selbst zur Nachtzeit zu beurtheilen, sehr nützlich ist. Er theilte dieselbe dem Belidor mit, welcher sie in

seiner Wasserbaukunst beschrieben hat, wo sie §. 1185. unter der Benennung Odometrum vorkömmt.

DRITTER ABSCHNITT.

VON DER CONSTRUCTION DER RAMMMASCHINEN UND IHRER ANWENDUNG BEYM EINSCHLAGEN DER PFÄHLE.

§. 1. Zu den nothwendigsten beym Wasserbau vorkommenden Maschinen müssen diejenigen gezählt werden, mit denen man die Pfähle aller Art dergestalt einschlägt, dafs sie ohne zu sinken, das auf sie gelegte Bauwerk tragen. Diese Maschinen werden *Rammen* oder *Schlagwerke* genannt.

Eine Ramme, mit welcher in der kürzesten Zeit, und mit der geringsten Kraftanwendung, bey sonst gleichem Erdreich, die gröfste Anzahl von Pfählen eingeschlagen wird, ist die beste.

§. 2. Der Rammen giebt es nun vorzüglich dreyerley:

1) Die *Handramme* besteht aus einem hölzernen 45 bis 250 Pfund schweren Klotze (Tab. 85. Fig. 39) welcher von Menschen aufgehoben wird.

2) Die aus einem Gestelle, einer Scheibe, einem Seil und hölzernen oder metallenen Klotze *C Rammenklotze*, auch *Bär* genannt, bestehenden *Zugramme* Fig. 2, ist die gewöhnlichste.

3) Die sogenannten *Kunstrammen* welche mittelst eines Rades, oder mehrerer Räder von Menschen, Thieren, oder dem Wasser in Bewegung gesetzt werden. Fig. 5, 6, und 30.

§. 3. Zur Einschlagung kurzer und dünner Pfähle, wird sich auch des *Schlägels* bedient Fig. 38, welcher von einem auf dem an dem Pfahl befestigte Gerüste stehenden Arbeiter auf diesen einzutreibenden Pfahl geschlagen wird, den also das Gewicht des Arbeiters und Gerüstes zugleich hineinzudrücken strebt.

Des mit einem Stiel versehenen 40 bis 50 Pfund schweren Klotzes Fig. 40, so wie des mit drey Handstielen versehenen 50

bis 80 Pfund schweren Klotzes (Fig 41 und 42) bedient man sich vorzüglich zum Einschlagen kleiner etwa fünf Schuh langer Pfähle, oder zum Feststofsen des Strafsen-Pflasters und des Erdreichs in der Oberfläche der Dämme.

Die *Handramme* Fig. 39 hingegen wird zur Einschlagung von 5 bis 9 Schuh langen und 6 bis 8 Zoll dicken Pfählen gebraucht. Dieser oben und unten schmälere und mit zwo eisernen Reifen umgebene Klotz hat rundherum, aus zähen Hasel oder Birken gemachte Handhaben, welche mit Keile in dem Klotz eingetrieben sind, und woran die ihn drey Schuh hoch hebenden Arbeiter greifen. In dessen Mitte ist ein Loch, durch welches eine in den einzuraumenden Pfahl eingesteckte eiserne Stange geht, längs welcher der Klotz auf und nieder gleitet, mithin senkrecht auf den Pfahl fällt, welches ohne diese Stange nicht geschehen könnte.

§. 4. Die wesentlichsten Theile der *Zugramme* bestehen in den *Schwellwerke* Fig. 10, dem *Rammklotze c* Fig. 2, welcher mittelst des *Rammthaues*, das über die Rammscheide lauft, und den *Zugleinen*, die daran befestiget sind, in die Höhe geschnellt wird; aus dem *Läufer d* an welchem der Rammklotz auf und nieder gleitet; aus der *Vorderruthe e* Fig. 3 und *Hinterruthe l*; endlich aus dem *Pfahlthaue*, welches über die *Rolle b* und unten über eine Welle geht; womit der einzurammende Pfahl vor dem Läufer in die Höhe gezogen (getrizt) wird.

Auf mehr als eine Weise werden die Theile einer Ramme zusammengesetzt oder construirt.

So bedient man sich z. B. in Holland fünf runder Hölzer (Tab. 83, Fig. 1.) *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, wovon die zwo erstern die beyden Läufer abgeben, und daher der Rammklotz *A* auf den Seiten vier Arme *a*, *b*, *c*, und *d* hat, welche längs den zwo Läufern hingleiten. *i*, und *h* sind die *Vorderruthen g* ist die Hinterruthe. Diese Maschine steht mit ihren Spitzen entweder in dem Boden, oder auf einem liegenden Gerüst, das Rammthau *C* geht aber durch einen Kloben *B* dessen Scheibe etwa einen Schuh im

Durchmesser hat, welcher jedoch wenigstens zwey Schuh groſs seyn sollte. Zuweilen werden die hangenden Läufer auch an die Schwelle angebunden, um die Lenkbarkeit (Nachgiebigkeit) derselben nicht zu stören: denn es ist sehr gut, wenn die Läufer eine Elasticität, das ist, eine federnde Erschütterung bekommen, wie denn überhaupt die federnde Bewegung der wesentlichsten Theile von mehreren Maschinen, als z. B. der Windmühlen und insonderheit der Schlagwerke, welche die Pfähle erschüttern und deren Rammklotz von diesen abprellt, zum vortheilhaften öconomischen Effekt gar sehr beyträgt.

§. 5. In Deutschland haben die Zugrammen (Tab. 83, Fig. 2, III, 3 und 4 gewöhnlich ein groſses viereckiges Schwellwerk, von welchem die halbrunde *Vorderschwelle in a* ist, in der die beyden Läufer *l*, *l*, Fig. 4 stehen. Zwey Läufer sind bey schweren Rammklötzen, d. i. solche die über 1000 Pfund schwer sind, besser als ein Läufer, weil der Klotz sodann senkrecht auf den Pfahl fällt. Die zweyte Vorderschwelle *b*, hängt mit der Hinterschwelle *c* vermittelst den Mittelschwellen *e* und *f* zusammen; und die Seitenschwellen *g* beschlieſsen dieses Schwellwerk, welches unterhalb Einschnitte *BB* hat, damit die Maschine durch darunter gesteckte Hebel fortgeschoben werden kann. Die Hinterruthen *k* welche zugleich Leitern ausmachen, um darauf nach dem obern Theil der Maschine zu kommen und denselben zu halten; deren Sproſsen auf einen Schuh Abstand gesteckt und $1\frac{1}{2}$ Schuh lang und 2 Zoll dick sind, werden in die Mittelschwellen *ef* eingezapft, und die Vorderruthen *i*, welche an einigen Maschinen gleichfalls Sproſsen haben (wie Fig. 8 und 55. Tab. 85. zeigt), halten den oder die Läufer. Zuweilen dienen sie auch um daran die Rammscheibe zu befestigen. Bey den deutschen Rammen geht das 1 bis $1\frac{3}{4}$ Zoll dicke an den Pfahl, wie Fig. 18, Tab. 85 zeigt, geschürzte Pfahlthau, über zwo Rollen *o*, *o*, Fig. 55 und Fig. 3 Tab. 83 die in einem viereckigten Holze *dd* befestiget sind, und welches in einem im obern Theil der Maschine befindlichen Zapfen *t* gedrehet werden kann. Diese Vorrichtung wird *Trietzkopf*

genannt. Wenn der Zapfen aus festem Holze oder Wurzeln gemacht wird, so kann man ihn in einer Halbkugel endigen lassen und in Oehl sieden, wo er sodann in eine concave Hülse von gleich festem Holze stehn mag. Auf diese Weise wird er sich leicht bewegen.

Von demselben geht das Rammthau nach einer Welle *w*, welche in den Seitenschwellen mit Zapfen läuft und mittelst zweyer Hebel, die in die Löcher *d* gesteckt werden, umgedreht wird.

§. 6. Ist nun der Pfahl *s* Fig. 3 Tab. 83 und III mittelst des Pfahlthaues *p* unter dem Rammklotz *A* gestellt, so wird um denselben und den Läufern das Flohrthau *t* geschürzt. Zwischen jenem und diesem wird ein Holz *m*, der *Abhalter* genannt, gelegt, welcher mit einer Kerbe versehen wird, worin das Flohrthau eingreift.

Da zuweilen der Rammklotz auf eine gewisse Höhe erhalten werden muss, wenn nämlich etwas an der Maschine zu verändern ist, so werden in die Läufer auf 6 Schuh Abstand kleine Löcher *n* Fig. III gebohrt, in welche man Hölzerne Nägel steckt, worauf der Rammklotz ruht. Bey dem Dockenbau zu Brest wurden aber die 1200 Pfund schweren Rammklötze mittelst Scheerentonkel schwebend erhalten, während man sich leichterer zum Einschlagen der kleineren Pfähle bediente.

Die Auf- und Abschürzung des Flohrthaues besorgt der *Flohrmeister.*

§. 7. Dieser Rammklotz hat bey den gewöhnlichen Zugrammen eine Schwere von 250 bis 1200 Pfund. Denn bey einem schwereren Rammklotze haben die ziehenden Arbeiter nicht Raum, um mit Vortheil ihre Kräfte beym Niederziehen der Zugseile anwenden zu können. Bey den Kunstrammen ist dessen Schwere 1200 bis 2000 Pfund, ja bey der alten hölzernen Brücke von Saumur, hat man einen Rammklotz von 4000 Pfund Schwere gebrauchen müssen um die 45 bis 50 Schuh langen und 20 bis 24 Zoll dicken Pfähle einzuraumen. Auch Perronet (Tom. 1 p. 100) gebrauchte bey den Zugrammen schwerere eiserne Bären als man

gewöhnlich gebrauchte: nämlich 1200 bis 1740 Pfund schwere. Ja! Regemortes rammte zuletzt mit 1500 Pfund schweren metallenen Bären die Spundwände bey der Brücke von Moulines ein. Am Rande der Schiffsdocke bey Toulon wurden die demselben einschliefsende Pfähle mit einem 2500 Pfund schweren Rammklotze, der 12 Fufs tief gehoben wurde, 10 Schuh in den Grund getrieben.

Der Rammklotz besteht aus Eichen-, Eschen-, Ulmen- und Ahornholz; von Gufseisen oder Metall. Die Rammklötze erhalten eine Länge von 3 bis 6 Schuh, eine Breite von zwey und eine Dicke von $1\frac{1}{2}$ bis zwey Schuh. Oberhalb sollte man jedoch die Rammklötze wegen der Erleichterung des Zuges und Verhütung der Klemmung des Rammklotzes an die Läufer etwas schmäler als unten machen. Wie ein solcher Rammklotz oder Bär auf verschiedenerley Arten mit Eisenwerk von 100 bis 200 Pfund Schwere armirt oder beschlagen wird, das zeigen die Figuren 20 bis 28. Tab. 85. Wie aber darin dessen Arme eingelassen werden, zeigt Fig. 17.

Die starken und künstlichen von Eisen gemachten Beschläge oder Armirungen müssen jedoch so viel als möglich vermieden werden, denn sie brechen durch die heftigen Stöfse und Erschütterungen, die der Rammklotz erfährt, sehr oft. Es ist daher besser, die Rammklötze von Metall und Eisen zu giefsen, wenn sie über 500 Pfund schwer seyn müssen, ihren untern Theil aber, wo möglich, von Holz bestehen zu lassen, wie diefs im 16. §. gezeigt wird.

Damit die Arme an den Läufern keine grofse Reibung verursachen, so erhalten sie zuweilen Frictionsrollen, welche jedoch an hölzernen Rammklötzen gebrechlich sind und daher nur an von Metall und Eisen gegossenen gebraucht werden. Auch wird zu diesem Behuf der Läufer auf der vordern Seite oder an beyden Seiten mit einer eisernen Schiene belegt.

An den leichten hölzernen Rammklötzen kann die Oehse, worin das Rammthau geschürzt wird, von Holz, aus einem Stück

mit dem Klotze, gehauen seyn. Die Methode, das Rammthau hinten am Rammklotze in 3. Fig. 20 oder 21. zu knüpfen, taugt nicht, weil alsdann der Rammklotz nicht wagrecht gehoben werden kann, sondern nach vorne übergebogen, mithin an die Läufer geklemmt wird. Die beste Art, das Rammthau zu befestigen, würde die seyn, wenn in den Rammklotz von oben, bis zu dessen Schwerpunkt eine Oeffnung gelassen und in diesen selbst eine Oehse eingegossen wäre, um das Rammthau daran mittelst eines doppelten Hakens zu befestigen. Es können auch in den Seiten des Rammklotzes zwey Oeffnungen und in dem Körper des Klotzes von oben, bis so tief es nöthig ist, ein Loch gelassen werden. Durch dieses letztere wird sodann das Rammthau, welches *bey allen Rammen genau vertical hangen mufs*, wonach also die Rammscheibe angebracht wird — das am Ende in zwey Theile getheilt ist, die mit einem Knoten abgeschürzt sind, eingelassen. Jedes der zwo Hälften dieses Thaues wird endlich durch das für sie bestimmte Loch in der Seite des Bärs gesteckt und vor dasselbe in einen Knoten geschlungen, welcher in Fig. 2. Tab. 82. sichtbar ist.

Dieser Befestigung des Rammklotzes hat sich Régémortes beym Bau der Brücke zu Moulines bedient und sie verdient nachgeahmt zu werden. Es versteht sich übrigens von selbst, dafs man bey zweyläufigen Rammen die Löcher für die Knoten auf der vordern und hintern Seite des Bärs anbringen müsse.

§. 8. Da begreiflich nicht das $1\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{4}$ Zoll dicke Rammthau von den Rammenden angegriffen werden kann: so wird an dasselbe das $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Zoll starke Kranzthau y, Fig. 3. Tab. 83. mittelst dem durch einen aus dem erstern geschürzten Schleife gesteckten *Rammknebel* u verbunden; um dieses Kranzthau werden die Zugleinen v befestigt, an deren Enden die $1\frac{1}{4}$ Zoll starke und $1\frac{1}{2}$ Fufs lange *Ziehknebel* x hängen, welche die Arbeiter angreifen und vor sich niederziehen. Diese Einrichtung hat man vorzüglich in Deutschland angewendet. Sie hat vor der Methode, nach welcher die Zugleinen unmittelbar an das

Rammthau angeschürzt sind und dieselbe keinen Knebel haben; — welche in Frankreich gebräuchlich ist — wesentliche Vortheile; welches das in §. 12. Vorgetragene beweifst. Das Verfahren ohne Zugknebel und ohne Kranzthau zu rammen, kann also nur dadurch entschuldiget werden, wenn der Rammpfahl in einen weichen Boden leicht einrückt, wobey man genöthigt würde, die Zugleinen öfters von den Knebeln abzuwickeln.

§. 9. Die Franzosen haben dagegen bey ihren Zugrammen dadurch eine wesentliche Verbesserung angebracht, dafs sie die Rammscheiben vergröfserten: denn auf den kleinen Rammscheiben werden die Rammthaue schnell abgenutzt, und wie aus der Mechanik bekannt, die Kraftanwendung nicht nur wegen des geringeren Durchmessers der Rammscheibe, sondern auch wegen der gröfsern Kraft die erfordert wird die Steifligkeit der Zugseile über kleine Rollen zu überwinden verringert. Die über die Steiffigkeit der Zugseile oder Seile überhaupt von Coulomb und Amonton angestellten Versuche und daraus hergeleitete Theorien des erstern sind im 2ten Theil von Prony's Architecture hydraulique, welche für alle Deutsche durch die treffliche Langsdorfsche Uebersetzung nutzbar geworden ist, enthalten, auf die ich verweise. Der General-Inspektor Pollart hat zuerst im Jahr 1747 beym Bau der Brücke zu Poissy die Rammscheiben 4 bis 5 Schuh grofs gemacht. Regemortes beym Bau der Brücke zu Moulines hat ihnen drey Schuh im Durchmesser gegeben (Fig. 2. Tab. 82) und Perronet hat Rammscheiben gebraucht, die ein Fufs vier Zoll bis 3 Fufs 4 Zoll im Durchmesser hatten Fig. 2, 4 und 9. Tab. 85; welche zwo Scheiben in letzterer Figur zu den Rammen Nro. 1. und 4. gehören.

Die Einrichtung mit zwey Rammscheiben an einer Ramme ist nicht zu empfehlen, weil die Arbeiter schwerlich an beyden Rammthauen gleichförmig ziehen werden; mithin der gleichförmige Zug, welcher doch so nothwendig ist, nicht allemal eintreten wird. Auch wurde diese letzte mit zwey Scheiben versehe-

ne Ramme vorzüglich nur zum Ausziehen der Pfähle gebraucht, wie dies im 30. §. näher beschrieben wird.

Es ist unbegreiflich, dafs man die einfache Verbesserung, welche doch so augenscheinlich in der Anwendung grofser Rammscheiben liegt, in Deutschland und Holland noch selten in Ausübung bringt. In Preufsen, wo die Baukunst überhaupt zum Besten des Staats sehr kultivirt wird, hat man sie jedoch auch eingeführt.

Zu den Rammscheiben mufs aber festes Holz genommen werden; eines Theils um die Reibung des Rammthaues zu vermindern, und andern Theils die Dauer der Scheibe zu verlängern, Ganik-, Buxbaum-, Birnbaum-, Ahorn- und Bokholz ist das befste dazu. Diese Bedingungen werden aber auch noch dadurch um so gewisser erreicht, wenn man die fertigen Rammscheiben 24 Stunden über in Oehl sieden läfst, welches Verfahren ich bey allen Scheiben, Rollen, Zähnen und Unterlagern von Holz in der Praxis vortrefflich gefunden habe und nicht genug empfehlen kann. Bey grofsen Rammscheiben müssen die Stücke des Kranzes einzeln in Oehl gesotten werden.

§. 10. Eine andere nachahmungswerthe Einrichtung findet man bey den französischen Rammen in der Construction des Schwellgerüstes Fig. 7. 8. und 10. Tab. 85. und Fig. 3. Tab. 82., welche die Fortbringung der Rammmaschinen erleichtert und kaum 100 Quadratschuh Raum einnimmt. Sollte jedoch dabey zu befürchten seyn, dafs die Ramme ihres kurzen Schwellgerüstes wegen, während des Rammmanövers, nach vorne zu eine Ueberwucht erhalten könnte, so mufs über die Mittelschwelle und zwar an jedem Ende eine Zwinge gelegt werden, welche entweder an beyden Enden an eingerammten Pfählen befestiget, oder wenn die Maschine auf einem Prahmen oder Rofs steht, an diesen angebunden wird.

Die deutschen Schwellgerüste Tab. 83. Fig. 2. erfordern einen Raum von 400 bis 600 Quadratschuh.

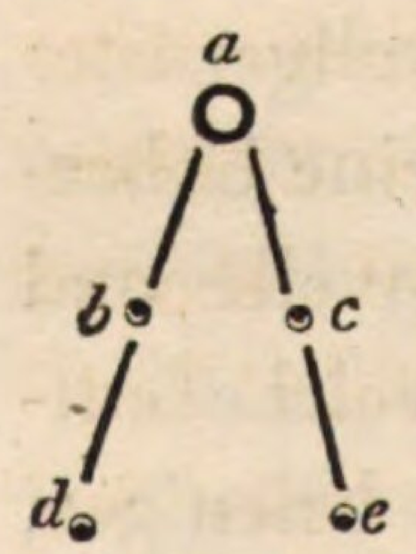
§. 11. Bey manchem Local ist jedoch die Vorderschwelle *a* Fig. v. eines solchen Gerüstes nur einige Schuh breit zu machen,

um mit den Rammen in die Ecken und Winkel der Baustellen hinein zu kommen. In diesem Fall müssen nämlich die Seitenschwellen *cc*, von der Mittelschwelle *ae* ab divergirend gelegt und vier Ruthen *dd* und *kk* angebracht werden. Eine Ramme mit solchen triangelförmigen Schwellwerken, in welchen die Hinterschwelle *bb* etwa 15 bis 20 Schuh lang ist, wird eine Eck- oder Winkelramme genannt.

§. 12. *Was nun die Stellung der Arbeiter und das Manövre bey den Zugrammen anbetrift*, so mufs dasselbe dergestalt eingerichtet seyn, dafs die gröstmöglichste Kraftanwendung bewirkt wird. Es mufs nämlich die nachtheilige schiefe Richtung der Zugseile dadurch aufgehoben werden,

a) Dafs das Kranzthau so nahe als möglich der Rammscheibe, an das Rammthau, nach einer Zirkellinie, angeknüpft wird.

b) Di. Zugleinen müssen an das zirkelförmig geschlungene Kranzthau dergestalt befestigt werden, so dafs man die Arbeiter in concentrischen Kreisen stellen könne, deren Mittelpunkt, wo möglich, in die Verticallinie, die den Rand der Rammscheibe tangirt, fällt. Da ein jeder Arbeiter sechs bis sieben Quadratschuh Raum nothwendig hat, so wird man die Stellung vieler Arbeiter in mehr als einem Kreise bewirken müssen. Die kleinen Arbeiter kommen dann in die innere Kreise und die gröfsere in den äufsern Kreis.



c) Der äufsere Kreis *d*, *e*, mufs mit dem Kranzthau *bc*, und dem Umfang der Scheibe *a* einen Kegel formiren.

d) Es ist der Kreis des Kranzthaues so enge als möglich zu machen, (nämlich bey leichten Rammen, wo der Stellungskreis *de* nicht grofs seyn darf) um den schrägen Zug mit den Zugleinen so viel zu vermeiden, weil dadurch bekanntlich die Wirkung der Kraft geschwächt wird. Bey schweren Rammklötzen, zu deren Zug viele Arbeiter gebraucht werden, mufs man jedoch den Kreis *de*, mithin auch den des Kranzthaues, vergröfsern.

e) In sofern das Rammthau in der Ebene der Rammscheibe fallen muſs, um sich nicht auf diese zu klemmen, sondern in der Mitte ihres Rands zu liegen, so dirigirt dessen Ende *r r* (das *Lenkende*) Fig. 3 Tab 83) ein bey *r* stehender Aufseher, welchen ich *Rammmeister* nennen will, anstatt man ihn sonst den Schwanzmeister hieſs. Wo das Rammthau nicht so gelenkt wird, da fehlt man gegen die beste Art des Einrammens. Dieser Rammmeister zählt auch die Anzahl Schläge, welche in einer Hitze geschehen. Derselbe muſs ein geschickter Zimmermeister oder Geselle seyn: denn er hat die Aufsicht über die rammenden Arbeiter, er schürzt so oft es nothwendig ist das Kranzthau an das Rammthau abwärts; je nach dem Eindringen des Pfahls in die Erde. Er sorgt für die Verfertigung und Aufrichtung der Ramme und bessert an derselben die vorgefallenen kleinen Beschädigungen aus.

f) Es muſs ferner das Kranzthau bey der Anschürzung so nahe als thunlich der Rammscheibe gebracht werden, damit nach der Lehre der Statik der Zug des Rammthaues so wenig als möglich schräge sey.

An wenig Orten wird das Anschürzen von dem *Nagelmeister* besorgt. Dieſs kann aber recht gut von dem Rammmeister geschehen.

Der Flohrmeister, welcher das Anschürzen des Flohrthaues besorgt, miſst zugleich die Einrückung des Pfahls während jeder Hitze, nach denen von ihm an dem Läufer gemachten Zeichen. Er sorgt dafür, daſs der Rammpfahl stets in der vorgeschriebenen Richtung bleibt, und steht deswegen vorne beym Pfahl. Einige lassen demselben auch ein an den Rammklotz befestigtes Seil ziehn, wenn dieser in die Höhe geschnellt ist, um den Fall des Klotzes zu beschleunigen; welches Verfahren Nachahmung verdient.

Manger in seinen Beyträgen zur praktischen Baukunst, welcher über das Einrammen der Pfähle mit vollkommener Sachkenntniſs geschrieben hat, beschreibt die Anschürzung des Kranzthaues

so: „Ist der Nagelmeister bis an den Ort des Rammthaues, wo der Kranz befestigt werden soll, gekommen, so macht er zuerst eine Schleife in gedachtes Thau, steckt den Knebel durch, und befestigt ihn mit einem kleinen Bindthau, dafs er nicht heraus fallen kann. Die Arbeiter thun hierauf einige Züge, bis sich die Schleife etwas an den Knebel angezogen hat. Alsdann wird der Kranz an den Knebel gefangen, und unter demselben zusammengeschnürt, damit auch der in der Folge nicht herunterfallen und die Arbeiter beschädigen könne. Ist dieses gehörig besorgt, so werden die Zugleinen aufgewickelt und wieder einige Züge gethan, damit sich sowohl die grofse Schleife als der Kranz selbst völlig auf dem Knebel feste ziehen. Dieses verursacht zuweilen sechs bis acht Zoll Verlängerung der Zugleinen, die auch deswegen nunmehr nochmals weiter aufgewickelt werden, ehe mit der ordentlichen Hitze angefangen wird. Dergleichen vorläufiges Ziehen ohne eine ordentliche Hitze zu machen, ist auch nach Anbringung neuer Zugleinen nöthig: denn ihr Ausdehnen oder Reiben bringt aller Anstrengung der Arbeiter ohngeachtet zuwege, dafs der Bär kaum 2 bis 3 Fufs in die Höhe kommt, und also die erforderte Wirkung nicht hervorbringen kann."

„Also: neues Abwinden der Leinen von den Knebeln geschieht, wenn der Pfahl geschwinde in die Tiefe geht: neues Aufwickeln aber bey Unterbringung eines Pfahls, oder wenn derselbe nicht recht fort will, gleichwohl aber noch keinen festen Grund erreicht hat und also der Bär zu seiner Gewältigung höher geschnellt werden mufs, bis er durch vervielfältigte und heftigere Schläge zum Eindringen in festen Boden befördert worden ist."

Da die Anschürzung des Kranzthaues stets mit Zeitversäumnifs verknüpft ist, so darf sie jedoch, wenn der Pfahl leicht eindringt, nicht zu hoch geschehen, als worauf der nöthige Bedacht zu nehmen ist. Es mufs daher der Rammmeister einige Praxis haben, um beyläufig zu beurtheilen, wie tief der Pfahl in einer Viertelstunde einsinken wird, welches ihm die Einschlagung

der Probepfähle lehrt, und wobey er sich also die Wirkung von dem Einrücken des Pfahls aufschreiben mufs. Uebrigens wird die Zeit der abermaligen An- oder Abschürzung des Kranzthaues dadurch verlängert, dafs die Zugleinen auf die Knebel aufgewickelt und geschürzt werden.

Die Aufschürzung oder Nachlassung der Zugleinen auf die Knebel geschieht dann während einer Pause, *die nach der Operation*, *in welcher eine gewisse Zahl von hintereinander gefolgten Schlägen* geschehen ist und welche man eine *Hitze* nennt, gemacht wird.

g.) Auf derjenigen Baustelle, wo man die Rammenden nicht in Kreisen, sondern in Reihen stellt, läfst man dieselben etwas rückwärts, d. i. weiter von dem Läufer entfernt stellen und so wie die Zugleinen kürzer werden, d. i. so wie der Pfahl einrückt, treten die Arbeiter vorwärts. Die Arbeiter einer jeden Reihe sollten von einerley Gröfse seyn und die Gröfsten in der hintern Reihe ziehen.

h.) Soll die Arbeit angehn: so ruft der *Rammmeister auf* und jeder Rammende ergreift den für ihn bestimmten Knebel mit beyden Händen, stellt seine Füfse etwas auseinander und richtet sein Gesicht nach dem Kranzthau. Sobald der Rammmeiser *hoch* ruft, zieht jeder Arbeiter den Knebel vor sich nieder und zwar mit einer *Schnellung*, damit der Klotz nicht aufgezogen, sondern aufgeschnellet wird: denn er mufs mittelst der Schnellung noch aufsteigen, wenn schon die Knebel die tiefeste Stelle erreicht haben. Es müssen daher in dem Moment, worin der Rammklotz noch steigt, die Zugleinen nicht angespannt seyn, welches geschieht, wenn die Arbeiter die Zugleinen rasch abwärts ziehen. Nachdem die in jeder Hitze angenommenen Schläge gemacht sind, ruft der Rammmeister *hopp* und die Rammenden ruhen sich etwa zwey Minuten aus, bis der Rammmeister wieder *hoch* ruft, wo das Manövre von neuem angeht.

i.) Ist das Rammthau von dem Laufen über die Scheibe sehr abgenutzt, so dafs es die vollkommene Haltbarbeit nicht ge-

währt, dann mufs es umgekehrt werden: denn das Ausbessern vermehrt die Reibung, da sie mit Umwicklung kleiner Bindfäden geschieht. Auch ist dieselbe von geringer Dauer.

k.) Um die Haltbarkeit des Rammthaues zu vergröfsern, die Biegsamkeit des Seils zu vermehren, d. i. die Steifigkeit und Reibung auf der Rammscheibe zu vermindern: so ist es sehr gut, wenn das Seil in Oehl gesotten, vorher aber in ein Dampfbad gebähet wird, welches sich leicht durch eine Verrichtung über einem grofsen Kessel bewerkstelligen läfst. Nachdem aber das Seil auf diese Weise in Oehl getränkt ist, wird es in einen Ofen gelegt, entweder mit Löschpapier oder Werch umwunden, damit in dessen Oberfläche nicht zu viel Oehl bleibt. Man kann auch die gewöhnlichen Seile, so weit sie über die Rammscheibe laufen, mit steifem Fett, Unschlitt und grüner Seife bestreichen; welche letztere besonders gut ist.

Vorzüglich sind, in Rücksicht der minderen Steifigkeit oder Biegsamkeit, die in Stuttgard gewobenen Seile zu empfehlen.

l.) Endlich mufs auch die Falze oder Rinne von der Rammscheibe dem Seile hinreichenden Spielraum lassen und zuweilen so wie der Zapfen und der Läufer mit Fett oder grüner Seife geschmiert werden. Da aber die metallenen Scheiben die Rammthaue sehr erhitzen und schnell abnutzen, so bedient man sich lieber der hölzernen Rammscheiben, deren Kränze aus dem festesten Holz gemacht werden mögen, weil dieses Holz eine gute Politur annimmt und lange dauert. Es ist über die Rammscheiben auch im 9. §. das Nähere vorgetragen.

§. 13. Die Zahl der Arbeiter während einer Hitze richtet sich *a.*) nach der Schwere des Rammklotzes, *b.*) nach der Bedingung, dafs der Klotz so hoch und so vielmal als möglich ist, in einer Hitze geschnellt werde.

Es ist nämlich das Einrücken eines Pfahls stärker 1°. je nachdem der Rammklotz höher herabfällt und 2°. je mehrere Schläge schnell hinter einander in einer Hitze erfolgen.

§. 14. Wie das Einrücken der Pfähle sich zu der Geschwindigkeit, womit der Rammklotz heruntergleitet und zu dessen Fallhöhe verhält, darüber ist bis jetzt kein allgemein gültiges Gesetz ausgemittelt worden, weil es noch an Beobachtungen fehlt; insbesondere aber die Verschiedenheit des Pfahlgrundes und die Einwirkung, welche aus der Zahl von Schlägen, die in einer Hitze geleistet werden und aus denen dem Rammpfahl mitgetheilten Schwingungen entsteht, schwerlich genau ausgemittelt werden dürfte. Diese letztere Einwirkung auf das Einrücken des Rammpfahles ist nämlich darin gegründet (*a*) dafs ehe der Pfahl tiefer eindringen kann, selbst dessen Spitze von dem Aufschlagen des Rammklotzes erschüttert oder in Schwingung (Oscilation) gebracht werden mufs. Diese Erscheinung (nämlich die Schwingung der Holzfiebern des gesammten Rammpfahls) ist bey einem von dem Rammklotz getroffenen Pfahl sichtbar, denn der Pfahl selbst zittert, d. h. seine Fiebern sind in Schwingung. Sie erklärt den anscheinlich sonderbaren Umstand, dafs solche Pfähle, deren Holzfiebern in der Queere oder schräge laufen, sich während sie eingerammt werden, drehen; folglich ausgeschossen werden müssen. Wird nun der Pfahl stark erschüttert, dafs ist folgen die Schläge schnell auf einander, so mufs das Einrücken des Pfahls vermehrt werden, wobey noch die Erschütterung oder Schwingung aller Fiebern des Holzes in Anschlag kömmt. Sind nämlich dieselben noch in Bewegung, während schon wieder ein zweyter Schlag den Pfahl trifft, so theilt sich die Erschütterung selbst der Pfahlspitze schneller und kräftiger mit. Je elastischer daher das Holz ist, desto leichter werden die Pfähle eindringen. Kiefernholz wird daher, unter sonst gleichen Umständen, mit weniger Bärschlägen einzurammen seyn, als Eichen-, Buchen- und Erlenholz. Dahingegen wird es nach geschehener Einrammung sich nicht so leicht von der darauf erbauten Last eindrücken lassen, weil es sich gegen die ihm umgebene Erdmasse, vermöge seiner Elasticität, die es während des Einrammens zusammenpressen liefs, wieder auszudehnen strebt.

Aus diesen angegebenen Gründen sind bey den Zugrammen die sogenannten *Setzschläge*, welche man, wenn der Pfahl beynahe fest steht, macht, und wobey der Rammklotz ein paar Sekunden auf dem Pfahl ruhend bleibt, keineswegs anzurathen. Ein anderes ist dies bey den schweren Kunstrammen, wobey die Schläge nur langsam auf einander folgen; wo also *zugleich* durch den Druck die Wirkung des Eindringens *zum Theil* entsteht und nicht durch einen schnellen Aufsprung und eben so schnelle Abprellung des Bärs, wie bey den Zugrammen.

Hierzu kommt, daſs die dem Rammpfahl zunächst umgebende Erdmasse gleichfalls von den Rammschlägen erschüttert wird, folglich der Pfahl leichter eindringt, wenn die Schläge schnell auf einander folgen und ihre Zahl so groſs als möglich ist: denn es muſs die Elasticität des Erdreichs erst überwunden werden, ehe der Pfahl eindringt. In diesen zwo Erscheinungen, welche Manger in seinen Beyträgen zum Theil Perronet in seiner Abhandlung (sur les pilotés) bestätigen, und die auch ich in meiner Praxis bestätigt gefunden, liegt besonders der groſse Vortheil, den die Zugrammen gegen Kunstrammen, bey gleicher Bärschwere und Fallhöhe, hervorbringen; wenn man nämlich die in *a* und *b* festgesetzten Bedingungen zu erreichen sucht. Es ist auch ausgemacht, daſs mit einer Kunstramme die Bärschläge niemahls so schnell auf einander folgen können, als mit den Zugrammen. Hieraus und aus dem Folgenden geht daher hervor: daſs es sehr irrig gedacht wäre, wenn man sich vorstellen wollte: daſs ein Pfahl nicht mehr Gewicht tragen könnte als erfordert wird, ihn aus dem Erdreich zu ziehen, worin er feste stand.

§. 15. Da ich weiter unten über das Einrücken der Pfähle noch Einiges beyzubringen gedenke, so will ich hier nur bey der Anzahl der Arbeiter, die an einer Ramme angestellt werden müssen, um den Rammklotz stets bis zu einer Höhe, die für sie nicht unbequem ist, zu schnellen und bey der Anzahl der Schläge, während einer Hitze, stehen bleiben.

Die Erfahrung lehrt es: daſs diese Höhe sechs Schuh Pariser Maaſs betragen könne, wenn auf *jeden Arbeiter* (den Flohrmeister mit eingerechnet) 20 Pfund Nürnberger Gewicht Bärschwere angenommen wird (*), in einer Hitze 30 bis 40 Schläge gemacht werden; und wenn die Arbeiter bey jeder Pause eine bis zwey Minuten ausruhen. Zu vierzig Schlägen erfordert es 80 Sekunden Zeit. Wenn sich die Arbeiter sehr anstrengen: so können sie den Rammklotz bis zehn Schuh hoch schnellen, welches mir die Erfahrung bewiesen hat, welche Anstrengung jedoch auf lange Zeit nicht für sie auszuhalten ist. Aber in einer Hitze können die Arbeiter 150 und mehr Schläge machen und den Rammklotz 5 bis 6 Schuh hoch schnellen: ja es führt Manger an: daſs in Potsdamm 600 Schläge ohne auszuruhen gemacht worden sind. Beobachtet man indessen die Arbeiter, so ist schon eine Hitze von 100 Schlägen sehr fatigirend. Man sollte dieselbe daher nicht eher gebrauchen als bis zur Zeit, wenn der Pfahl nur wenig einrückt um ihn nach §. 14. desto tiefer einzuschlagen.

Perronet pag. 97. rechnet 25 Pfund Gewicht zur Zughöhe von $4\frac{1}{2}$ Schuh und für jede eine Minute dauernde Hitze 30 Schläge. Bey dem Einschlagen der Pfähle an der Brücke von Neuilly hat er je-

(*) Bey dieser Gelegenheit will ich aus Langdorfs Handbuch der Maschinenlehre die Verhältniſse folgender Gewichte mit aufnehmen.

Namen der Oerter.	Verhältniszahl für 1 Pfund	Namen der Oerter.	Verhältniszahl für 1 Pfund	Namen der Oerter.	Verhältniszahl für 1 Pfund
Altona	0,9500	Cassel	0,6210	Hannover	0,9547
Amsterdam	0,9688	Cölln	0,9169	Heydelberg	0,9890
Anspach	0,9998	Dännemark	0,9791	Mannheim	0,9707
Augspurg	0,9644	Dresden	0,9157	München	1,1000
Bamberg	0,9522	Englisch. Troy.		Paris	0,9615
Basel	0,9616	Pf.	9,7323	Prag	1,0075
Bayreuth	1,0151	Erfurt	0,9257	Rom	0,6923
Berlin	0,9187	Erlangen	0,9998	Ruſsland	0,8023
Bern	1,0217	Frankfurt a. M.		Ulm	0,9193
Braunschweig	0,9157	Pfundgewicht	0,9208	Wien	1,1018
Bremen	0,9783	Frankf. a. d. Od.	0,9178	Würzburg	0,9355
Breslau	0,7949	Freyberg	1,0524	Zelle	0,9524
Brüssel	0,9139	Hamburg	0,9500		

doch auf jeden Arbeiter 29 bis 31 Pfund Bärenschwere gehabt, wie die Tabellen S. 40 beweisen (*). Belidor §. 200 rechnet sogar 50 Pfund Bärschwere, wenn die Rammscheibe 4 bis 5 in Durchmesser hat und dafs in einer Minute 30 Schläge gemacht werden können, wenn eine Minute geruhet wird; von der Höhe erwähnt er nichts. Manger in seinen Beyträgen rechnet 33 Pfund, macht jedoch die Bemerkung, dafs während des Baues noch mehrere Arbeiter bey jeder Ramme angenommen wurden. Uebrigens rechnet er blos die ziehenden Arbeiter.

In Holland rechnet man gegenwärtig 20 bis 25 Pfund Bärschwere auf den Mann. So hat man nämlich bey der im Jahr 1800, Gouda gegenüber im Krimpener-Waard, erbauten Kammerschleuse; bey der im J. 1800. ohnweit Spaarndam beym Penningsver erbauten Durchlafs-Schleuse und bey der im Seehafen Nieuvendiep angelegten Schleuse, gerechnet und in Praxis so verfahren. Es ist schon erinnert worden, dafs ich unten diese Anzahl Arbeiter a 20 Pfund der Flohrmeister, kurz alle an der Ramme angestellten Arbeiter mit begreife; aber das habe ich noch nicht angeführt, dafs ich bey dieser Annahme auf schwere Rammbären, d. i. auf solche, die über 800 Pfund schwer sind, rechne, wobey also der Zug, wie oben bemerkt ist nicht vortheilhaft, sondern schief ist. Bey leichtern Rammklötzen also kann von 800 Pfund bis auf 250 Pfund abwärts auf den Mann 20 bis 25 Pfund gerechnet werden.

§. 16. Was nun die Aufrichtung einer Ramme anbetrifft, so wird dieselbe zum leichtesten auf folgende Art bewerkstelliget. Zuerst wird das Schwellgerüste auf den Boden horizontal gelegt, dann aber trietzt man die Läufer und Ruthen mittelst eines Richtbaumes (Fig. 31 oder Fig. 43, Tab. 84.), mittelst zweyer (*I G*

(*) Mit einer Ramme, deren Klotz 600 bis 900 Pfund wog; wobey ein Zimmermeister angestellt war; wurden 5 bis 6 Grundpfähle von 22 bis 24 Schuh lang und 9 bis 10 Zoll stark oder 16 Spundplanken eingerammt, welche 21 Schuh lang waren und eine Stärke von 4 bis 9 Zoll hatten.

Tab. 84. Fig. 2.) oder dreyer Richtbäumer und Winden auf. Zuweilen kann man sich dazu auch des an einer in der Nähe stehenden Ramme befindlichen Trietzkopfes oder Trietzwerkes bedienen.

Gewöhnlich wird aber diese Aufrichtung mittelst Richthaken, Takelfälle oder Flaschenzüge und Winden bewerkstelliget, wo sodann zuerst die Zapfen der Ruthen und Läufer in die Schwellen eingesezt und allmählig aufgerichtet und aufgetritzt werden. Gewöhnliche zum Schrägeeinrammen abzweckende Rammen werden durch Unterlager schräge gestellt und dann mit Seilen, die man an solchen im Boden geschlagenen Pfählen befestigt, recht sicher gehalten. Dieses Mittels, verbunden mit Erdwinden, kann man sich auch bey der Sicherstellung hoher Winkelrammen bedienen.

§. 17. Ueber die *Kunstrammen* (Fig. 6. Tab. 85.) sind manche sonderbare Vorschläge gemacht worden. Sie haben mehrerley Vorrichtungen als z. B. Treträder, Seilräder, Haspeln, gezahnte Räder u. d. gl. erhalten. Das Beschwerlichste bey solchen Maschinen ist *a.*) die sichere Abgleitung der Zange oder Scheere, Fig. 49. Tab. 85. vom Rammklotz, welche diesen fassen mufs, während er aufgezogen wird. *b.*) Die Abwickelung des Rammthaues von der Zugwelle 1 Fig. 51.

Gewöhnlich ist der Rammklotz oder Kunstrammen mit der Scheere Fig. 53. oder dem Klinkhaken Fig. 5, 1200 bis 4000 Pfund schwer und die Fallhöhe kann 6 bis 21 Schuh und darüber betragen. So war bey dem Dockenbau zu Brest der Rammklotz 1200 Pfund schwer und die Fallhöhe betrug zuweilen 32 Schuh. Description des trois formes de Brest par Choquet p. 9. Die schweren Rammklötze werden gewöhnlich von Gufseisen oder Metall gemacht. So hatten z. B. die beym Brückenbau von Neuilly gebrauchten Rammen eiserne Bären von 300 bis 1880 Pfund schwer. Ihre Länge betrug 3′ 3″ und ihre Breite 1′ 10″ bis 2′ 2″, wie Fig. 2. bis 6. Tab. 85. zeigen. Auch bey dem Brückenbau von Moulines und Maixance wurde sich der eisernen Bären bedient, welche 700 bis 1500 Pfund schwer waren.

Wenn die Erfahrung zeigte, dafs der Rammklotz aus Holz und Eisen zugleich bestehn kann, ohne dafs dadurch die Wirkung des Schlages vermindert wird, so könnte der untere Theil der eisernen oder metallenen Bären auf eine Dicke von 6 Zoll aus Holz bestehen

1.) weil das Metall und Eisen die Pfahlköpfe splittert und

2.) schnell von dem Pfahl abspringt, indem es nicht so elastisch als Holz ist.

Diese Einrichtung läfst sich ganz leicht treffen, wenn man in den von Eisen gegossenen Bär *A* Fig. x. Tab. 83. für zwey Zapfen *ab* des hölzernen Stücks *B* Oeffnungen *a* und *b* und für diese über dies vier Löcher *cd* läfst, durch welche eiserne Splieſe *cd*, die sich ausserhalb dem Rammbär mit Schraubengängen endigen, gehen, um darauf die Schraubenmuttern zu schrauben. Diese Vorrichtung scheint mir überhaupt bey kleinern Rammklötzen anwendbar und den Vorzug für die auf Tab. 85. dargestellten mit Eisen armirten zu verdienen. Sie erspart die kostbaren und gebrechlichen Armirungen der Rammklötze, vermindert die Höhe der Klötze über drey Schuh und läfst daher das Unterbringen gröfserer Pfähle unter dem Rammklotz, als die sechs Schuh langen hölzernen Klötze, zu. Solche gemachten Bäre sind auch dauerhaft und gebrauchen nur zwey Arme, verursachen daher nicht so viel Reibung als die vierarmigen hölzernen Klötze. Endlich kann man das Rammthau, wie oben gezeigt ist, in der Nähe ihres Schwerpunktes anbringen; folglich dadurch ihren Fall und das Aufziehen vertical bewirken, wodurch die Klemmung an den Läufern fast aufgehoben wird, welche doch bey den grofsen Rammklötzen und der bey Anschürzung des Rammthaues gebräuchlichen Methode sehr merklich ist. Daher eine heftige Reibung an den Läufern und diesen ihre Abnutzung verursachet.

Dafs übrigens Holz auf Holz besser, als Metall auf Holz schlägt, fand der hiesige Wasserbaudirektor Baron v. Pacassi, der durch den Bau der neuen Franzensbrücke bey Wien sich bekannt

gemacht, vollkommen bestätiget. Es wollte nämlich ein Pfahl mit einem 1700 Pfund schweren eisernen Bären an der §. 18. zubeschreibenden Kunstramme nicht mehr einrücken. Büsch im 1ten Bande der Uebersicht des Wasserbaues 1te Auflage brachte ihn auf die Idee eine 5 Ctr. schwere Zugramme mit einem hölzernen Bären zu gebrauchen, und der Pfahl rückte noch bedeutend in den Grund.

Einige Bauführer geben gegen den Gebrauch der hölzernen Rammklötze jedoch die Erfahrung an, dafs sie den Kopf des Rammpfahls stark erhitzen, und beschlagen ihre Unterfläche mit eisernen Schienen. Dieselben zerschmettern aber den Pfahlkopf, eben so wie die eisernen oder metallenen Bären. Ist dieser aber zerschmettert und zerquetscht, so ist das Aufprellen des Bärs nicht mehr von hinreichender Wirkung, weil er die Fiebern des Pfahls nicht mehr so stark erschüttern kann, als wenn er auf einen scharf abgeschnittenen Pfahl fällt. Es ist daher eine nothwendige Vorsicht; den Pfahlkopf von neuem scharf, horizontal, und glatt abzubeifseln, wenn er verschlagen ist. Deswegen, und damit er nicht spaltet, mufs er auch mit einem eisernen Ringe umgeben seyn.

Da nun die beym Kunstrammen 15 und mehrere Schuhe fallenden schweren Bäre den Pfahlkopf bald zerschmettern, derselbe also von neuem abgeschnitten und platt gehauen werden mufs, so verdient im Allgemeinen auch in dieser Hinsicht die Zugramme den Vorzug vor die Kunstramme.

§. 18. In Frankreich bedienen sich jedoch die Ingenieurs vorzugsweise der Kunstrammen und schon im Jahr 1714 hat sich Vauban der auf Tab. 85 in Fig. 43, 44 und 45 dargestellten Ramme, bey dem Bau der Mardüker Schleuse (ohnweit Dünnkirchen) bedient. Das Rammthau 10 Fig. 44 hängt an einem Haken Fig. 45, welcher mit einem zweyten Haken 8 in Verbindung steht. Ist dasselbe, und folglich auch der Rammklotz mittelst der stehenden Welle oder dem Drehhaspel *A*, von vier Mann aufgezogen, so wird das Seil 8 *g* Fig. 45 angespannt,

und folglich der Haken 8 von dem Rammklotz getrennt, indem er aus die an dem Rammklotze befindlichen Oehse springt. Der Rammklotz fällt nun auf den Pfahl und die an dem Haspel stehenden Arbeiter lassen das Rammthau soweit nach, damit der Haken 8 die Oehse des Rammklotzes ergreifen kann. Man sieht jedoch sogleich, daſs diese Vorrichtung wegen der Rückdrehung des Haspels sehr unbequem ist.

§. 19. Es hat daher ein gewisser Vauloué bey dem Bau der Westmünster Brücke zu London eine andere Verrichtung erfunden, welche in Fig. 46 bis 54 Tab. 85 dargestellt ist. Bey ihr werden acht Mann gebraucht weil der Rammklotz 1200 Pfund schwer ist.

Der Drehhaspel 1 Fig. 51 besteht nämlich aus zweyen Theilen Fig. 47; das ist aus einem Trilling 2, worauf sich das Rammthau aufwickelt, und welcher am untern Umfange 6, 7, bey *e*, und *f* mit eisernen Taschen versehen ist. An diesen stöſst ein eiserner mit einer Feder ausgehender Schwängel *a*, wo sodann der Trilling mit dem untern Theil der Welle nur ein Ganzes ausmacht. So wie nun die Scheere (Fig. 49) an welcher das Rammthau befestiget wird Fig. 53 in die runde Oeffnung (Fig. 46) die unter der Scheibe angebracht ist, kommt, geben sich ihre Haken auseinander und der Rammklotz fällt herab. Jetzt wird dem vorgenannten Schwengel die Richtung *b* gegeben, und dessen oberes Blatt wendet sich nach 3, verläſst folglich den Trilling. Dieser aber dreht sich herum indem die schwere Scheere das Rammthau von ihm abwickelt und die am Rammklotz befindliche Oehse ergreift. Jetzt wird der Schwengel losgelassen, und derselbe erhält vermittelst seiner Feder solche Richtung, so daſs eines dessen Blätter oder Lappen an einer der Taschen des Trillings anstoſst, wo sodann die Arbeiter den Trilling wieder herumdrehen und daher den Rammklotz von neuem aufziehen.

Tab. 85, Fig. 29, 30, 31 und 32 ist eine Nachahmung dieser Rammmaschine. Sie ist von dem verstorbenen Wasserbaudirektor Bregum zu Wien, welcher dem dortigen Wasserbauamte vorstand, erfunden. Da bey den gröſsten Rammmaschinen

dieser Art der 1500 schwere Rammklotz 32 Schuh herunterfällt, so ist eine solche Kunstramme zur Einschlagung sechszig Schuh langer Pfähle zu kurz, und bey einem so hohen Fall würde auch der Pfahlkopf gänzlich zerschmettert werden.

Das Schwellwerk des Rammgerüstes ist in Fig. 29 gezeichnet über welches ein Dielenboden *n* zu liegen kömmt.

Der Rammklotz besteht aus Eisen, und die *Scheere* oder *Zange*, welche ihn faſst gleichfalls. Diese wiegt mit ihrer hölzernen Armatur $1\frac{1}{2}$ bis 2 Ctnr. Statt der gebrechlichen Holzfütterung der Scheere ist es weit besser auch diesen Beschlag von Eisen zu machen. Das Seil, welches den Rammklotz in die Höhe zieht, geht über zwey, drey Schuh im Durchmesser groſse Scheiben 1 und 4 (Fig. 30). Es wickelt sich um eine Walze *k*, die fünf Schuh im Durchmesser hat und die auf der Welle *i* mit einer eisernen Scheibe steht. Unten hat dieselbe 26 eiserne Zähne, zwischen welchen der kürzere Arm *a* des Hebels *a b* eingreift. Die Drehwelle hat achtzehn Dreharme.

Wenn nun der Rammklotz in die Höhe gezogen werden soll, so wird der Hebel oder Anhalter *a b*, zwischen die Zähne, welche unter die Walze *k d*, jedoch bis zu ihrer Oberfläche im Innern der Trommel, fortgehen, wo sie mit Schraubenmuttern befestigt sind (welches in der Zeichnung nicht ausgedrückt ist) in *b* soviel es nöthig niedergedrückt. Jetzt drehen die Arbeiter die Welle herum und ziehen den Rammklotz in die Höhe, bis dessen Scheere oder Zange sich in eine Oeffnung, die in Fig. 39 zwischen dem Rade 4 und dieser Scheere angedeutet ist, klemmt. Diese Oeffnung hat an den Seiten zwey Rollen, gegen welche die Zange geklemmt wird, die sich daher öffnet und den Rammklotz fallen läſst.

Damit nun auch diese Zange dem Rammklotz nachfallen könne, so wird der Anhalter *a b*, bey *b* so weit in die Höhe gehoben, daſs das gebogene Ende *a* aus den Zähnen heraustritt, mithin die Walze *k* sich vermöge der Schwere von der Zange herumbewegen kann. Das Seil würde sehr schnell von der Walze ablaufen

und sich auf die Speichen des Drehhaspels verwickeln, wenn man nicht eine Vorrichtung erdacht hätte. Diese besteht in ein stehendes Gestelle *g*, welches einen Hebel (eine Bremse) trägt, der bey *d* an die Walze angepreſst werden kann, wenn man dessen Ende *e* herunterdrückt, wo sodann das Ende *a* hinauf geht, und sich an die Walze *kd* andrängt. Zum Aufziehen der Rammpfähle, dient der Drehhaspel *p*, welcher auf einem mit einem Geländer *l* umgebenen Plankenboden, der in Fig. 32 dargestellt ist, steht.

Das Pfahlthau, welches sich um die verticale Welle des Drehhaspels wickelt läuft unter einer Scheibe 3 fort, und über eine andere kleine Scheibe, welche oberhalb dem Rade 4 hängt, weg und in der 31ten Figur, so wie das Seil, welches darüber geht, angedeutet ist.

Diese Ramme hat wegen ihrer Schwere und Gröſse den Nachtheil, daſs ihre Versetzung viel Zeit und Geld erfordert; ja, daſs sie einen groſsen Raum einnimmt und bey der Errichtung kostbar ist. Hier an der Donau, wo der Grund aus Schlick und Sand besteht, ist der Effekt dieser Maschine aus mehreren Beobachtungen, gezogen, folgender: In 3 Stunden geschahen 80 Schläge, wodurch ein 10 Zoll dicker Pfahl 12 Fuſs tief in den Grund gerammt wurde. In zwey Minuten 13 Secunden wurde der 1522 Pfund schwere Bär (dessen Zange 207 Pfund, wog, mithin die Schwere 1729 Pfund betrug) 16′ hoch aufgezogen, und er fiel diesen Raum in $1\frac{1}{4}$ Secunde. Sechszehn Mann waren an dem 20 Fuſs im Durchmesser groſsen Drehhaspel gestellt die 63 Fuſs in 135 Secunden zurücklegten.

§. 20. Auch Perronet bediente sich der Kunstrammen mit Klinkhaken Fig. 5 und 6. Tab. 85. Er gebrauchte nämlich vier dergleichen 33 Fuſs hohe Rammen bey dem Brückenbau zu Neuilly, deren Rammbären 900 bis 1880 Pfund wogen. Das über ein 9 Fuſs im Durchmesser groſses Rad in einer 2 bis 3 Zoll breiten Randrinne liegende 6 Linien dicke Seil wurde von zweyen Pferden gezogen. Ausser den Pferden waren noch sechs Mann nö-

thig, nämlich ein Rammmeister, welcher den Pfahl dirigirte, zwey Mann bey den Pferden, wovon der eine das Seil aus den Zugschwängel ablöste, wenn der Schlag geschehen war, zwey Mann wickelten das Seil wieder auf, und der sechste brachte den Klinkhaken an dem Rammklotz. Auf dessen 16 Zoll dicke Welle, wickelte sich das an den Klinkhaken gebundene 2 bis 3 Zoll dicke Rammthau auf. Ich mufs hierbey bemerken, dafs auf ein Pferd beym horizontalen Zuge 170 bis 180 Pfund, also 175 Pfund im Mittel und auf den Mann 20 bis 25 Pfund rechnen kann, wenn nämlich die Geschwindigkeit drey Schuh beträgt.

Hatte nun der Rammklotz die bestimmte Höhe erreicht, so wurde dieser Haken mittelst eines kleinen, an dem obern Theil des Klinkhaken befindlichen Seils aus der Oehse des Rammklotzes herausgezogen und dieser fiel auf den Pfahl hinab. Während dem die Pferde umkehrten und das 6 Linien dicke Zugseil auf die Scheibe 5 gewickelt wurde, wickelte sich das Rammthau von der Welle ab, und der Klinkhaken ergriff die Oehse des Rammklotzes von neuem. Auf diese Weise war das Manövre stets eines und dasselbe. Es ist leicht begreiflich, dafs es langsam von statten ging und daher wurden mit jeder von vier Zugrammen, deren Rammklötze 1350 bis 1740 Pfund wogen, täglich $4\frac{1}{3}$ Grundpfähle eingerammt, wenn mit den Kunstrammen $3\frac{1}{6}$ in der nämlichen Zeit eingeschlagen wurden. Mit der Zugramme kostete jedoch jeder Pfahl einzurammen 13 Livres und 15 Sous, mit der Kunstramme hingegen nur 5 Livres 1 Sous. Die Pfähle wurden 12 bis 17 Schuh in den Grund gerammt, und hatten eine Länge von 18 bis 21 Schuh, in ihrer Mitte eine Dicke von 9 bis 13 Zoll.

§. 21. Eine andere Art Kunstrammen (Tab. 83, Fig. 5 und 7) wo sich der Klinkhaken *ff* auf die bekannte Art aushakt, indem er an die Walze *g* stöfst, ist von dem K. K. Hofmechanikus Herrn Dietrich hieselbst, dadurch sehr bequem eingerichtet: dafs sich die Welle *ik*, worauf das Rammthau aufwickelt um die Achse *g* des gezahnten Rades *op*, welches 18 Käm-

me hat frey dreht, wenn sie mittelst des Lenkers *lk* von den Speichen 1, 2, 3, 4, des Rades *op* abgeschoben wird; und welches geschehen mufs, sobald der Klinkhaken *cdf* aus dem Oehr *b* des Rammklotzes *a* sich ausgehakt hat, wo dieser also herunterfällt. Hat nun die Welle *ik* die Lage in Fig. 5 erhalten, so zieht der etwa 50 bis 100 Pfund schwere Klinkhaken *cdf* das Rammthau herunter und greift in das Oehr oder in die Oehse *b* des Rammklotzes. Dann wird die Welle *i*, *k* fest auf die Stirne des Kammrades *qp* gehoben, und dieselbe dreht sich mit diesem Rade herum, zieht folglich den Klinkhaken, also auch den Rammklotz in die Höhe, und so wechselt das Manövre fort.

§. 22. Mehrere Kunstrammen, die aber in der Praxis nicht anzuempfehlen sind, findet man in Schüblers Zimmermannskunst, und in den Schriften eines Leupold, Sturm, Befsoni, Lorini und einer Abhandlung des ehemaligen Pommerschen Baudirectors Haase.

Man kann auch dergleichen Rammen durch das Wasser in Bewegung setzen, wie bey dem Brückenbau zu Maixence vom Ingenieur Dausse geschehen ist. An der fortgesetzten Welle des Schaufel- oder Wasserrades wird ein Trilling angebracht, der ein Stirnrad in Bewegung setzt.

§. 23. Welche Einrichtung man indessen den Kunstrammen geben mag, so sind sie doch in Rücksicht des Zeitverlustes, welcher bey Wasserbauarbeiten sehr wichtig ist, ferner des Umstandes wegen, dafs die Schläge nur langsam etwa alle zwey Minuten auf einander folgen; wogegen bey den Zugrammen in einer Minute dreyfsig Schläge geschehen, in der Praxis bey allen Fällen nicht so gut als die Zugrammen. Es geht auch bey ihnen der im 14ten §. angeführte Vortheil, welcher aus den schnell aufeinander folgenden Schlägen bey der Zugramme entsteht, verlohren. Ferner sind dergleichen Rammen gebrechlich, und sehr schwer, daher nur mit grofsem Zeit- und Geldaufwande von einer Stelle zur andern zu transportiren. Bey einer solchen Versetzung mufs man dann auch mehrere Mannschaft haben, als zur Betreibung der Maschine nothwendig ist, wodurch andere Ar-

beiter auf den Bauplatz in Stecken gerathen, weil das Abrufen von einer Arbeit zur andern sehr nachtheilig ist. Endlich zerschmettern die Kunstrammen die Pfahlköpfe sehr leicht, erfordern bedeutende Auslagen und einen grofsen Raum; sind daher bey manchen Baustellen gar nicht anwendbar.

§. 24. Zuweilen werden die Rammmaschinen auch auf Prahmen, das ist, über das Wasser gestellt, wie dies bey dem Bau der Hafendämme zu Bayonne an der Mündung des Adourflusses geschah. Wie ein solcher Prahmen construirt dessen Hintertheil mit Steinen beschwert und die Ramme darauf gestellt ist, zeigen die Figuren 33 bis 37, Tab. 85.

§. 25. Das Einrammen der Pfähle über Wasser kann mittelst eines Prahmen Fig. 36 und 37 Tab. 85 oder zweyer Prahmen Tab. 82 Fig. 2 und 3 geschehen, wovon der eine mit Steinen beschwert ist und so die Pfahlreihe zwischen den zwo Prahmen geschlagen wird.

§. 26. Oefters müssen die Pfähle auch nach einer schrägen Richtung eingerammt werden. Dasselbe geschieht dadurch, dafs man entweder die Ramme vorne höher als hinten stellt, oder die Läufer in eine schräge Richtung setzt, so dafs ihr oberer Theil auf einem Nagel beweglich ist und ihr unterer Theil auf beweglichen Mittelschwellen, die vorwärts geschoben werden können, steht. Zuweilen wird ein eigenes Gerüste gemacht, worauf die schrägen Läufer ruhen. Bey keinem Bau hat man, glaube ich, die Pfähle so schräge, als bey Einrichtung des grofsen Dammes vor Karlskron, den der berühmte Thunberg baute, eingeschlagen. Ich will daher aus dem Werke Essais de batir sur l'eau etc. 1774 in Tab. 83 Fig. XIII ein solches schwimmendes Rammgerüste mit der Vorstellung, wie der Rammklotz auf dasselbe herunter und auf den Pfahl gleitet, aufnehmen. Anfänglich wurden in der Direktionslinie des Fangedammes auf 10 Schuh Abstand Pfähle *f* vertical eingerammt. Dann rammte man von demselben zwey Schuh entfernet die schrägen Pfähle ein und nachher die Pfähle *c*. Dies geschah nun mittelst eines

auf dem Gerüste *Ad* stehenden Takelfalls, welches entweder an die Pfähle *x* oder an das horizontal gelegte Gurtholz (*a*) befestigt war; und mit Hülfe einiger Zwinghölzer *dd* zwischen welchen bey *ee* der Pfahl in der verlangten Lage hinabgleiten mufste. Der Takelfall oder Flaschenzüge wurden nun dazu gebraucht um die Lenkhölzer *dd* der Zwingen *ee* diejenige Lage zu geben, welche sie erhalten mufsten, um den Pfahl *cc* in der verlangten Schräge einzurammen.

§. 27. Bey dem Gebrauch der Rammmaschinen und den Einrammen der Pfähle ist unter andern noch folgendes zu beobachten:

1) Mufs da, wo der Pfahl eingerammt werden soll, wenn es das Local gestattet, ein Loch so tief als möglich eingegraben oder ausgebaggert werden.

2) Ist der Pfahl zu lang um ihn unter den Rammklotz zu stellen, so mufs er mit dem Pfahlthaue bis 10' hoch gehoben werden, damit er in die für ihn bestimmte Stelle, mittelst seiner Schwere einsinke, oder er mufs mit Ketten, die um ihn geschlungen sind, und in die man Hebel steckt hin und her gedreht werden, wodurch er einsinkt. Man kann ihn ferner mit Flaschenzügen oder Winden ordentlich in die Erde einwinden. Manche schlagen auch einen kurzen Pfahl vorher in den Grund als einen Vorpfahl der den ersten das Loch machen soll, und den man wieder herauszieht. Aber der Boden senkt sich wieder zusammen und so geht das Loch zu. Kommen die Pfähle *weit aus einander* so liefse sich im Quellsande wohl eine Röhre eintreiben und solche mit einem eisernen Löffel, der an einer Stange befestigt ist, ausfördern, wie die Brunnen in Holland ausgebaggert werden und dann den Pfahl in die Röhre von Brettern einrammen. Doch dies ist ein Manövre, welches nur da statt haben könnte, wo der Quellsand das Eindringen eines Pfahls verhindert und wo, wie gesagt, die Pfähle auf einen bedeutenden Abstand zu stehen kommen, welches sich aber mit der Natur eines solchen Bodens nicht wohl vereinigen läfst. Es ist diese Methode irgendwo in Vorschlag ge-

bracht worden, ich erinnere mich aber nicht mehr wo. Ob sie mit gutem Erfolge angewendet sey, ist mir nicht bekannt. Noch andere stellen die Ramme anfänglich höher und dann niedriger, welches zeitsplitternd ist. Das sicherste Mittel bleibt immer an einer Baustelle mehrere Rammen d. i. hohe und niedrige zu haben, denn man kann welche mit 20 bis 60 schuhigen Läufern machen lassen.

3) Der Rammpfahl mufs denjenigen Raum erhalten, wornach man ihn einschlagen will, und so mufs auch der Läufer gestellt werden. Soll er daher vertical eingerammet werden, so mufs das Schwellgerüste wagerecht und der Läufer vertical stehen. Giebt sich aber der Pfahl aus der verticalen Richtung, so mufs das Rammen gleich eingestellt werden, bis er dieselbe mittelst Zwingen, Hebel und Ketten wieder erhalten hat. Sollte jedoch der Pfahl bey einem oder mehreren Schlägen stark von der verticalen Richtung abgewichen seyn, so mufs er herausgezogen werden; denn wenn man ihn gleich über den Erdboden vertical zwängt, so ist er doch schon in den Grund schief eingedrungen. Die Folgen hievon sind dann, dafs der Pfahl sich krümmt und die darauf gelegte Rostschwelle gebogen wird, wenn der Grund locker ist. Es trägt daher ein solcher falsch eingerammter Pfahl nicht mehr gehörig die Last, welche auf ihn zu liegen kommen sollte.

4) Da zuweilen die Pfähle tiefer als der Läufer oder das Schwellgerüste geht, geschlagen werden müssen, so mufs auf den Pfahl ein kleines Holz aufgesetzt werden, auf welchen der Rammklotz fällt, den man den *Pfahlknecht* nennt. Da bekanntlich die Wirkung des Rammklotzes auf den Pfahl mittelst dieses Knechtes verringert wird, indem der Pfahl nicht bis zu seiner Spitze, auf die Weise erschüttert oder in Schwingung gebracht werden kann, als wenn der Rammklotz unmittelbar auf den Pfahl fällt: so mufs diese Wirkung doch so grofs als möglich gemacht werden (*).

(*) Manger hat in dieser Hinsicht folgende Versuche angestellt. „Wenn der Schlag des Klotzes den Pfahl vor Aufsetzung des Knechtes einen

Dieses geschieht nun; wenn man in den Rammpfahl sowohl, als in den Knecht eine zwey Schuh lange, drey Zoll dicke hölzerne Stange (*) steckt, und beide mittelst Klammern zusammen hält, damit der Knecht nach erfolgtem Schlage, nicht in die Höhe prellen kann, als wodurch von der erschütternden Kraft des Rammklotzes gar viel verlohren ginge. Dieser Knecht wird gleichfalls vor die Läufer vertical gehalten. Es ist also nicht die grösere Schwere des Knechtes, welchen die Wirkung des Rammbärs in Hinsicht des Einrückens vom Rammpfahl vermindert, sondern die Länge desselben, die die Fortpflanzung von der Schwingung der Holzfiebern stört oder schwächt. Will man den Boden unterm Wasser zusammenpressen lassen, so bedient man sich eines solchen Knechts, der aber einen 4 Quadrat Fuſs breiten Fuſs erhält.

5) Muſs auch der Pfahl gut zubereitet werden, und nicht aus solchem Holze bestehn, dessen Fiebern krumm laufen, weil sich alsdann der Pfahl während dem Einrammen dreht. Man muſs ihm nämlich die Rinde und alle Aeste benehmen, aber keines wegen behauen, weil runde Pfähle leichter in den Grund eindringen als viereckige und der Splint die Dauer des Holzes vermehrt. Nur da, wo Spundplanken an Pfahlreihen anstossen mag man die Pfähle viereckig oder nach einer Seite gerade behauen. Die Spitze der Pfähle muſs immer noch zwey bis vier Zoll

Zoll eintrieb, so rückte dieser Pfahl nach Unterbringung des Knechtes von 6′ Länge $\frac{1}{48}$, von 3′ Länge $\frac{1}{56}$ und von einem Schuh Länge $\frac{1}{62}$ Zolls. Also störte ein längerer Knecht das Einrücken des Rammpfahls mehr als ein kürzerer. Eine Wirkung, welche aus der gestörten Fortpflanzung der Schwingung zu erklären ist, indem diese durch einen kurzen Aufsatz (Knecht) weniger als durch einen längern erschwert werden kann. Dieser Schwingungen wegen sollte der Knecht mit dem des Rammbärs von einerley Holzgattung seyn.

(*) Dazu kann man sich gleichfalls des Holzes bedienen, weil dasselbe, wie gesagt, die Fortpflanzung der Erschütterung besser als Eisen bewirket. Sie mag daher an den Knecht selbst angearbeitet seyn.“

dick und nicht viel über den Durchmesser des Pfahls lang seyn, damit sie sich nicht umbiege Fig. 64 Tab. 85. Man kann sie bey lockerem Terrain anbrennen, bey harten aber mit einem eisernen mit vier Federn bestehenden Schuh versehen, die an den Pfahl mit Nägel befestigt sind (*), welcher Schuh aber an das Holz des Rammpfahles platt anliegen muſs, damit die Erschütterung des Rammklotzes bis in die Spitze des Pfahls hinabgehe.

6) Der Kopf des Rammpfahls muſs genau wagrecht abgeschnitten und gebeiſselt, endlich mit einem eisernen Ringe umlegt werden. Ist der Pfahlkopf aber vom Rammklotz gequätscht worden und daher die Fibration des Pfahls gestört, folglich dessen Einrücken erschwert, so muſs er wieder abgeschnitten und glatt gehauen werden: denn sonst kann der Rammklotz die Holzfiebern des Pfahls nicht hinlänglich erschüttern, folglich wird dessen Einwirkung auf die Pfahlspitze verringert, ohne welche jedoch der Pfahl nicht in den Erdboden eindringen kann. Ist aber der Pfahlkopf glatt abgebeiſselt, so kann der Rammklotz seine ganze Kraft ausüben; und man kann es aus dem Klange den dessen Aufprellen auf den Pfahl verursachet, hören, ob der Pfahl auf weiche oder feste Körper stöſst.

7) Hat man Pfähle in solchen Gegenden zu schlagen, wo der Pfahlwurm ist, so müssen dieselben bis zu derjenigen Tiefe, wo er schädlich werden kann mit Bley umwunden werden.

8) Zuweilen wenn das Terrain sehr elastisch oder compact ist, springen die Rammpfähle aufwärts. Um dieses Aufprellen zu verhüten, machen einige in der Nähe der Spitze einen 2 bis 4 Zoll starken Wiederhaken, oder eine Einkerbung. Da ich

(*) Diese Nägel müssen in länglichten Nagellöchern des Schuhes stehen und darin eingelassen werden, damit wenn der eiserne Schuh des Rammpfahls aufwärts gestossen wird, die Nägel sich in den länglichten Nagellöchern aufwärts pressen, folglich der eiserne Schuh sich fest anschlieſst, und die Maschine nicht eher ruhen darf, bis man den falsch eingerammten und eine gebogene Spitze habenden Pfahl wieder herausgezogen hat, um eine bessere an dessen Stelle einzutreiben.

weiſs, daſs dieses Mittel beym Einrammen nicht allemal günstig ausfällt, d. i. das Aufprellen des Pfahls nicht gänzlich verhindert: so schlage ich folgende Maaſsregel — nicht sowohl bey solchen elastischen und thonigen als festen Erdreich zu bewirkenden Rammarbeiten, sondern bey allen übrigen vor; wo nämlich die Pfähle groſse Bauwerke tragen und schwere Rammen gebraucht werden müssen. Man umgebe den obern Theil des Pfahls mit einer eisernen Haube, welche von dem Pfahlringe anhebt. An demselben müssen nämlich drey Haken angebracht seyn, indem die an solcher Haube gegossenen Oehsen angehakt werden. Diese Haube mag $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ so schwer, als der Rammklotz seyn. Wird Pfahl an Pfahl geschlagen, so versteht es sich, daſs diese Haube, wenn die Pfähle sich mit dem obern Theil berühren, weggenommen werden muſs, welches aber nur geschieht, wenn der einzurammende Pfahl fast feste steht. Diese Beschwerung des obern Theils vom Pfahl, welche überdies die Erschütterung desselben vermehrt, wird nicht blos verhindern, daſs der Pfahl nicht aufwärts prellt, sondern das Einrücken wesentlich befördern. Insonderheit wird dies statt haben in einem nachgebenden Boden, wo überhaupt die Wirkung des Rammklotzes gröſstentheils von dessen Schwere abhängt und die Geschwindigkeit, womit die Schläge auf einander erfolgen, nicht von so groſser Wirkung als bey einem festen Boden sind, sondern mehr durch den Druck bewirkt werden kann, als bey dem festen Boden, worin die den Pfahl umgebende und zusammengepreſste Erdmasse ihre Erschütterung als einen Widerstand dem Pfahl entgegen setzt.

Wenn die bereits eingerammten Pfähle aufspringen, sobald man in ihrer Nähe andere einrammt, welcher Fall nicht selten eintritt: so muſs man die Pfähle, längs einer an einigen eingerammten Pfählen befestigten Gurtung, mittelst Bolzen antreiben oder festnageln.

9) Ist es eine gute Einrichtung, wenn man die Läufer nur an die Schwellen anbindet, so daſs sie sich etwas schwingen kön-

nen, wovon ich den Nutzen in der Praxis, in Holland, wahrzunehmen Gelegenheit gehabt und wovon ich im 4. §. gesprochen habe.

10) Sehr weicher Boden und schwere Gebäude erfordern lange Pfähle und wenn diese nicht wenigstens neun bis 15 Schuh in einem festen Boden stecken, so kann man darauf solche nicht gründen. Es trifft sich daher, daſs selbst 40 bis 50 Schuh lange Pfähle nicht hinreichend lang sind, sondern, daſs zwey Pfähle aufeinander gesetzt werden müssen. Jedoch versteht es sich, daſs dies dem Boden so nahe als möglich geschehe, damit der *Pfropf* (die Stelle, wo die Pfähle aufeinander gesetzt werden) mit wenig Schlägen in den Grund käme, das ist um die mindest möglichste Anzahl von Schlägen zu erhalten, bevor er mit Erde umgeben ist. Unter den neuesten Architecten hatte Manger bey dem grossen Grundbau in Potsdam, wo in einem weichen Terrain fundirt werden muſste, über diesen Gegenstand die mehreste Erfahrung. Er verwirft die Pfropfung nach diametralen Ausschnitten (Fig. 58 Tab. 85) wo *A* der *Pfropf* oder der *Aufsatz* und *B* den untern Pfahl vorstellt. Ihm scheint die Ausschneidung nicht genau genug geschehen zu können, und der erste schiefe Bärschlag das gegen den Mittelpunkt zu geschwächte Holz zu zersplittern, folglich die Pfropfung untauglich zu machen. Nach diesem Urtheile würde man also auch die von Perronet vorgeschlagene Pfropfung Fig. 63. welche jedoch von den vier eisernen Ringen, die in die Hohlungen *a* und *c* passen (auf jeder Abtheilung kommen zwey d. i. auf den Pfropf zwey, und zwey auf den Rammpfahl) und von der Länge der Pfropfung selbst eine gröſsere Festigkeit als die vorherige Pfropfung, und von Gautier, so wie von Leupold angegebene, erhält, nicht wählen dürfen. Die zweyte Pfropfung Fig. 60 von eben diesen Schriftstellern, bey welcher die Ausschnitte *abcd* zur Hälfte $1\frac{1}{2}$ Schuh hoch geschehen und zwey Ringe *t* und *u* um den Pfropf gelegt werden, hat man in Potsdam nicht zweckmässig gefunden, zumal da dadurch die Wirkung der Ramme sehr bedeutend geschwächt wurde: denn

ein Pfahl, der ehe die Pfropfung aufgesetzt war in einer Hitze 7½ Zoll einrückte, rückte nachher, bey gleicher Fallhöhe, nur 4½ Zoll. Dieses ist ein abermaliger Beweifs, dessen was über die Wirkung, welche aus der dem Pfahl von dem Rammklotz mitgetheilten Schwingung entsteht, oben vorgetragen wurde.

Die Pfropfung mit einer piramidalförmig zugespitzten 12 bis 14 Zoll langen und 2½ Zoll in der Mitte dicken eisernen Stachel 1, 5 Fig. 62 welche in der Mitte beyder Pfähle eingelassen wird, ist die brauchbarste. Damit der Stachel sich völlig eindrückt, und die Pfahlflächen aufeinander liegen, wird nachdem der Stachel eingelassen ist, der Rammbär sachte auf den Pfropfpfahl heruntergelassen. Auf diese Art setzen die Holländer ihre Pfähle auf einander. Manger bemerkt zugleich, dafs sie dies auch besser bey ihren trockenen Pfählen thun können, bey denen so leicht kein Spalten und Quetschen zu befürchten sey. Er habe sich derselben Methode auch bedient, aber bey manchen Pfählen noch überdies zweyer kurzer eisernen Klammern. Waren die Pfähle nasses Holz, so wurden dieselben zwar auch auf die letztere Art Fig. 61 zusammengesetzt aber zwischen beyden Pfählen eine dünne eiserne Platte gelegt. Ich würde dieselbe wegen der gestörten Erschütterung oder Vibration des untern Pfahles weggelassen, oder dieselben nur vom harten Holze anstatt von Eisen wählen, weil dieses die Fortpflanzung der Erschütterung der Holzfiebern begünstigt. Statt der eisernen mit sechs Schuh langen Spitzen versehenen Klammern bediente sich Manger auch der eisernen 36″ langen 3″ breiten und ⅛″ dicken Schienen Fig. 59., wovon jede mit zwey 6″ langen Nägeln auf die zwo Pfähle befestigt wurde, und die besser als die Klammern waren; deren Spitzen zuweilen brachen. Bey einigen Pfropfungen lies er den Stachel weg, weil derselbe ihm einige Pfähle gespalten hatte. Dünne Pfähle wurden auf den Schnitt überdies mit einem 2½ bis 3″ hohen und $\frac{3}{6}$ bis $\frac{5}{6}$ Zoll starken eisernen Ringe umgeben. Aus den obenangeführten Gründen, und weil diese Armirungen den Widerstand des Pfahls vermehren, würde ich anrathen nur im äussersten Nothfall,

d. i. wenn die Erfahrung gezeigt hätte, daſs die Holländische Art mit dem bloſsen Stachel nicht hinreichte, die Klammern, Ringe, oder Schienen anzuwenden. (*)

§. 28. Wie wohl ich im 15ten §. im allgemeinen die physicalischen Einwirkungen auf das Einrücken eines Rammpfahls erörtert und zugleich dabey angemerkt habe, daſs dies Verhältniſs

(*) Manger in seinen Beiträgen führt noch folgende praktische Bemerkungen beym Pfropfen der Pfähle an, die aufgenommen zu werden verdienen. Er sagt: „Mit dem Zusammensetzen der Pfähle sagt er, hat es folgende Bewandniſs. Bey aller mühsamen Genauigkeit, welche man anwendet, ein jedes der, von einander entfernten Holzstücke gehörig abzuschneiden, ist es doch nicht allemal möglich die Schnitte so zu treffen, daſs einer völlig auf den andern passe, sondern sie müssen; wenn sie hernach auf einander stehen noch ein bis zweymal auch noch wohl öfter so lange zwischen beyden Flächen nach- oder zusammengeschnitten werden, bis sie einander in allen Punkten genau berühren. Wird nun z. B. ein Ring gebraucht, so muſs derselbe erst wieder weggenommen, beyde Stücke auf einander gesetzt und zusammengeschnitten; so dann aber erst wieder von einander entfernt und der Ring angebracht werden. Es verursachet dieses sowohl, als das vorherige Anpassen des Ringes Zeitverlust, der aber wie schon gesagt, bey bloſsen drey Klammern wegfällt."

„Bey dergleichen Zusammensetzung steht nicht allein der oftmals sehr lange und schwere Pfropf, sondern auch auf selbigem der Bär, und preſst sich also beydes sehr auf den Pfahl. Wenn daher mit der groſsen oder Schrotsäge bis an die Hälfte eingeschnitten worden ist, so wird dieselbe zwischen beyden Hölzern geklammt, und kann nicht mehr fortgezogen werden. Es werden daher hinter dieser Säge in den Schnitt kleine eiserne Keile eingetrieben, welche ihn luften oder in die Höhe treiben, damit ferner fortgeschnitten werden könne. Einige schlagen auch bloſs die Schneide einer Axt dazwischen, es ist aber besser, daſs man allemal viere der gemeldeten Keile bey der Hand habe, damit man zwey zum Luften, wagrecht in den Schnitt, die beyden andern aber senkrecht zu beden Seite n, gerne durch diesen Schnitt in beyde Holzstücke einschlagen könne, und sich auf diese Weise weiter nichts verrücke, wenn man einmal durch einen, oder durch wiederhohlte Durchschnitte zuwege gebracht hat, daſs beyde zusammen gehörige Theile bestens auf einander passen."

der Geschwindigkeit des Rammklotzes, der Fallhöhe desselben und des Einrückens vom Pfahl schwerlich ausgemittelt werden dürfte, so will ich doch diese für die Theorie sowohl als die Praxis wichtige Angelegenheiten noch näher betrachten. Camus in seinem Traité des forces mouvantes p. 164 und Soyer in seinen Experiences fait en 1774 á la fondation du Pont de la Brogerie prés la Flêche wollen mit ihren Versuchen und Erfahrungen, folgendes Verhältnifs übereinstimmend gefunden haben.

Die Wirkung des Rammklotzes, d. h. das Eindringen der Pfähle, sey dessen Fallhöhe oder dem Quadrat der am Ende des Falles erlangten Geschwindigkeit proportional.

Nach diesem Gesetze würde also ein Rammklotz der vier Schuh herabfällt, den Pfahl mit einem Schlage so tief eintreiben, als wenn zwey eben so schwere Rammklötze, zwey Schuh aufgehoben werden und fallen.

Andere nehmen an, dafs sich die Wirkungen der Rammklötze wie die Quadratwurzeln aus den Fallhöhen verhalten, welcher Satz auf das Gesetz des freyen Fallens der Körper in luftleeren Raum beruht.

Es ist schon oben bemerkt worden, dafs es uns an solchen Beobachtungen die im Grofsen gemacht sind, fehle; daher denn zu wünschen ist, dafs recht viele unter sonst gleichen Umständen angestellt werden mögen. Manger in seinen Beiträgen hat mit einem Rammbär von $21\frac{2}{3}$ Pfund auf einen $3\frac{1}{2}$ Zoll starken Pfahl Versuche gemacht, die ich hier, so wie einige von mir bewerkstelligten anführen, welche weder das eine noch das andere in der Theorie angenommene Gesetz auch nur näherungsweise bestättigen.

Ja die ersten zeigen die Erscheinung, dafs je tiefer der Pfahl eingedrungen ist, desto weniger die Fallhöhe ihren Einflufs äussert, welches natürlich aus der Elasticität und Dichtigkeit des Erdreichs mithin aus der Prellkraft, womit die erstere auf den Pfahl wirkt, entsteht. So wird z. B. ein Pfahl, welcher in einem solchen Erdreiche dessen Elasticität der Einwirkung der Rammschlä-

ge auf den Pfahl überwiegt, eingeschlagen werden soll, von dem Schlage eines schweren Rammbärs höher aufgeprellt werden, als von dem Schlage eines leichtern.

§. 29. So nöthig daher in dem Rammpfahl die Schwingung seiner Fiebern zum Eindringen ist, da dieselbe hier als Fortpflanzung der Kraft wirkt, so nachtheilig ist die Schwingung des den Pfahl umgebenden Erdreichs, weil sie Widerstand oder Last wird. Dies ist auch dadurch erwiesen, dafs wenn man einen Pfahl stehen läfst, und nach einigen Stunden von neuem rammt, so wird er bey gleicher Fallhöhe und Anzahl von Schlägen, tiefer eindringen als es bey der letzten Hitze eines anhaltenden Rammens geschah. Dieses Mittels kann man sich daher bedienen, um das Festestehen der Pfähle zu vermehren. Dasselbe wird aber nach einigen Tagen von noch bessern Erfolge als am nämlichen Tage seyn, weil die dem Pfahl umgebende und zusammengeprefste Erde sich gegen die davon entfernten Erd-Schichten ausdehnen konnte.

§. 30. Mittelst der *Prellkraft*, von der ich hier spreche, wird man sich auch zur Ausziehung der Pfähle sonderbar genug der Hand- ja selbst der Zugrammen bedienen können, wie ich dieses selbst durch obige Vorstellungs-Art geleitet bewerkstelliget habe. Jedermann kann den Versuch auch im Kleinen folgendermassen, machen. Man nehme eine gewöhnliche Wagenwinde, umschlinge den auszuziehenden Pfahl mit einer Kette, die mittelst der Wagenwinde angespannt wird. Jetzt schlage man zuerst gegen die Winde und den Pfahl, dann aber auf den Pfahl selbst, und dieser wird, je nachdem der Schlag kräftiger ist, höher emporspringen. Perronet hat sich auch der Zugrammen (siehe dessen Oeuvre p. 58) zum Ausziehen der Pfähle bedient. Fig. 1. und 4. Tab. 85. stellen solche Rammen dar; nachdem nämlich vier Arbeiter das an den auszuziehenden Pfahl mittelst zwo Rollen befestigte Seil angespannt haben und stets gespannt erhalten: so läfst man auf den Pfahl den Rammklotz fallen. Perronet fügt hinzu, dafs diese Vorrichtung eine der befsten sey, welche man kenne. Das Spannseil läuft,

wie die angezeigten Figuren zeigen ohnweit 2. über zwey andere Rollen und von da nach den Wellen der zwo Haspel. So wie der Pfahl hinaufgeprellt wird, ziehen die zwo Arbeiter die Spannseile, damit sie stets straff sind von neuem an. Endlich bedient man sich der über den dritten Haspel laufenden Welle um mit dem Zugseil 3 den Pfahl aufzuziehen, wenn er nur noch wenig feste steckt. Zugleich wird auch an den Pfahl geschlagen damit er hin und her gelüftet wird und desto leichter herausgezogen werden kann. Geschieht die Anspannung mit der Kette und das Eisen ist so spröde, dafs dieselbe springt, so mufs man sie glühend machen, wo sie alsdann nicht springen wird. Ein Hülfsmittel, dessen ich mich mit dem befsten Erfolge bedient habe. Auch bey drey zum Ausziehen der Fangedämme beym Brückenbau von Orléans angewandten Maschine Fig. 17. 72. und 73, welche die zwey Wellen *d* und *c* hat (*) die von vier Mann herumgedreht werden, hat man das Manövre mittelst Aufschlagen auf den Pfahl mit Erfolg angewendet. Eine andere zum Pfahl ausziehen dienenden Maschinerie habe ich in Fig. 19. 20. und 22 dargestellt, wovon das Manövre ohne alle Erklärung deutlich ist und bey welcher man gleichfalls auf den auszuziehenden Pfahl *a* mit einem schweren Hammer schlagen kann, wenn der Pfahl anstatt des gezeichneten Hakens, nur mit einem Seil umschlungen wird. Die Schürzung des Zugseils kann wie Fig. 18. Tab 85. zeigt um einen in dem Pfahl durchgebohrten Nagel geschehen.

§. 31. Zum Beweise, dafs die oben §. 28. angeführten Gesetze über die Wirkung der Rammbäre in der Praxis nicht bestehe, will ich hier noch beybringen:

(*) Die Mittelpnnkte dieser Wellen liegen 7′ 4″ entfernt.

Einige Beobachtungen, welche während des Einrammens von Pfählen angestellt sind.

Die Mangerschen Beobachtungen. Bey 20 Schlägen.				Zahl der Beobachtungen.	Anzahl der Schläge in der Hitze.	Zeit in Sekunden.	Die von dem V. angestellten Beobachtungen.				Zahl der Beobachtungen.	Anzahl der Schläge.	Zeit in Sekunden.	Einrückung des Pfahls.		Fallhöhe des Bärs.	
Fallhöhe	Einrücken	Fallhöhe	Einrücken.				Einrückung des Pfahls.		Fallhöhe des Bärs.								
Fuſs	Zoll.	Fuſs	Zoll.				Zoll.	Lin.	Fuſs	Z.				Zoll.	Lin.	Fuſs	Z.
7	20	2	3	1	27	56	14	.	4	.	5	14	30	5	.	4	.
7	15	4	$5\frac{3}{4}$	2	39	78	17	10	4	.	6	28	57	7	.	4	.
7	15	6	$7\frac{1}{2}$	3	35	70	9	10	4	.	7	31	64	3	6	5	.
7	15	8	$7\frac{2}{3}$	4	38	76	13	.	4	.	8	37	76	5	3	5	.
7	14	7	$5\frac{5}{4}$	5	47	92	9	4	4	3	9	27	35	6	6	5	.
7	14	7	4	6	35	71	9	6	5	6	10	28	56	10	.	9	.
7	13	7	$3\frac{1}{4}$	7	32	64	9	6	6	3	11	20	39	6	.	10	.
7	13	7	3	8	23	46	8	2	8	.	12	17	34	5	.	10	.
7	$12\frac{1}{2}$	7	$2\frac{3}{4}$	9	23	45	8	10	8	6	13	20	40	7	.	10	.
7	12	7	$2\frac{3}{4}$	10	34	69	6	3	5	.	14	21	41	6	.	10	.
7	$11\frac{1}{2}$	7	$2\frac{1}{4}$	11	39	79	7	10	5	6	15	22	44	5	3	8	.
7	11	9	$3\frac{1}{4}$	12	39	78	8	.	6	9	16	21	42	5	.	9	.
7	$10\frac{1}{2}$	7	$2\frac{1}{2}$	13	37	74	8	.	7	.	17	20	40	3	9	8	6
8	14	5	$1\frac{1}{2}$	14	20	40	5	.	8	3	18	20	38	3	3	9	.
7	11	3	$\frac{7}{8}$	15	20	40	4	6	8	3	19	20	41	3	6	9	4
6	$9\frac{1}{2}$	6	$1\frac{3}{4}$	16	22	46	4	.	8	.	20	36	73	4	6	9	3
5	8	7	2	17	36	73	6	.	6	6	21	28	37	3	9	8	.
				Der Pfahl 13′ u. s. w. im Boden.													
4	$7\frac{1}{4}$	7	$1\frac{1}{2}$	1	51	104	18	.	3	.	22	30	61	3	6	8	.
3	$5\frac{1}{2}$	7	1	2	13	27	3	.	3	.	23	20	39	2	.	8	3
2	$3\frac{1}{8}$	7	$\frac{3}{4}$	3	17	34	6	.	3	6	24	25	49	3	.	8	.
1	$1\frac{1}{2}$	7	1	4	13	26	3	.	3	6	25	25	50	2	10	7	2
1	$1\frac{1}{2}$	7	$\frac{3}{4}$	u. s. w. der Pfahl war 13′ 10″ im Boden eingerückt.													

§. 32. Bey diesen Beobachtungen bemerke ich noch, daſs der Rammklotz im Mittel in $1\frac{1}{8}$ Sekunden, selbst 10 Schuh hoch, geschnellt wurde und in $\frac{5}{8}$ Sekunden, auf sieben Schuh Höhe aber in $\frac{4}{8}$ Sekunden herunterfiel. Im Mittel geschah überhaupt in zwey Sekunden ein Schlag, welches bey den Zugrammen

als eine praktische Erfahrung angenommen werden kann, denn das Zugmanövre muſs diese Wirkung hervorbringen, wenn der Rammklotz vortheilhaft aufgeschnellt werden soll. Dieses heftige *Aufschnellen* ist aber nothwendig, weil es die Arbeit erleichtert, und den Klotz höher steigen macht, als er steigen würde, wenn die Arbeiter ihn *langsam aufziehn* nicht aber durch *schnellhintereinander gemachte Züge, aufschnellen wollten.*

VIERTER ABSCHNITT.

VON DEN VORZÜGLICHSTEN MASCHINEN, DIE GEBRAUCHT WERDEN:

I. Um groſse Werkstücke zu heben,

II. Dieselben zu transportiren,

III. Pfähle unter Wasser abzusägen, und

IV. Den Grund unter Wasser zu ebnen.

§. 1. *Die mehresten derer zur Hebung und Fortbringung groſser Werkstücke dienenden Maschinen* (kleine Werkstücke werden auf Hebel getragen) waren bereits den Alten bekannt. Dazu werden gebraucht: die schiefe Fläche; der Keil; der Hebebaum; die Rolle; der Flaschenzug; die Schraube und das Rad an der Axe.

§. 2. Ich will hier weder den Keil und Hebebaum, noch die Hebelade, wovon der Gebrauch beym Ausziehn der Bäume vorkömmt, erörtern: sondern diejenigen Betrachtungen und Sätze vortragen, welche die Hebemaschinen so darstellen, daſs man bey ihrer Anwendung mit Nutzen verfahren kann.

§. 3. Wenn über eine Rolle ein Zugseil fortbewegt wird und ihr Mittelpunct unverändert fest liegt: so heiſst sie die *festliegende Rolle*, wo im Gegensatz die Rolle, deren Axe ihre Lage verändert, die schwebende Rolle genannt wird.

Werden mehrere Rollen 1. 2. 3. 4. Fig. 52. Tab. 84. auf einen gemeinschaftlichen Zapfen geschoben und in ein Gehäuse, jede Rolle für sich, gesetzt; es befinde sich *eine* in solches Gehäuse Fig. 32., oder es werden auch mehrere Reihen von Rollen in ein gemeinschaftliches Gehäuse *c* Fig. 33. Tab. 83. angebracht, so heifst diese Einrichtung ein *Kloben* oder eine *Flasche.* Werden zwo solche Flaschen, welche die Rollen gröfstentheils einschliefsen, mittelst eines um diese Rollen gezogenen Seils in Verbindung gebracht, so nennt man diese Vorrichtung einen *Flaschenzug C* und *E. Rollenzüge* sind solche, worin die Rollen einzeln über einander stehen. Gewöhnlich nennt man aber einen Rollenzug nur die Anbringung einzelner Rollen, als Fig. *A*, *B*, *C* und *D* Tab. 89. und die in einen Kloben über einander gestellten Rollen, Fig. 30. gleichfalls einen *Flaschenzug.*

§. 4. Damit bey den Flaschenzügen sich die Seilstücke nicht untereinander berühren, so müssen in der obern oder *hangenden Flasche* die untern Rollen und in der untern die obern kleiner als die übrigen seyn. Gewöhnlich macht man die grossen Rollen 9 bis 12 und die kleinern Rollen 8 bis 10 Zoll im Durchmesser. Besser würde es seyn, wenn man sie vergröfserte. Aber sie werden alsdann zum transportiren schwerer. Man könnte sie jedoch bis 18 Zoll grofs machen, wenn sie von Buxbaum oder Bockholz sind, bis 15 Zoll von Metall und Eisen, ohne dieselben zu schwer gemacht zu haben. Die kleinen Rollen einer und derselben Flasche mögen dann um $1\frac{1}{4}$ mahl die Dicke des Seils genommen kleiner als die grofsen Rollen seyn, welches hinreichend klein ist, damit sich die Seilstücke nicht berühren.

Die Rollen selbst werden zum besten von Weisbuchen, Pflaumenbaum-, Buxbaum- und Bockholz, von Eisen oder Metall, gemacht und erhalten an ihrem Umfange eine, der Dicke des Zugseils angemessene, Rinne und einen von Eisen oder recht festem Holze $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Zoll dicken Nagel oder Zapfen, um den sie sich bewegen. Sind sie aus Holz gemacht, so läfst man sie ei-

nen Tag über in Oehl sieden, wo sie alsdann weniger abschleifen und fester werden. Besteht der Zapfen aus Eisen, so wird das Loch der Rolle aus Messing oder Metall verfertigt, denn die Reibung von Eisen auf Eisen ist grösser als von Eisen auf Messing und anderes Metall. Für Eisen auf Eisen ist nämlich das Verhältniss (nach Coulomb) der Reibung zum Druck 0,28, für Eisen auf Messing 0,26. (*)

(*) Da die Coulombischen Versuche einige Bogen einnehmen und dennoch nicht diese wichtige Sache erschöpfen, so will ich bloss aus der Langsdorfischen Uebersetzung von Pronys Hydraulik §. 1173. die vorzüglichsten Resultate aus den von Coulomb gemachten Erfahrungen mittheilen, weil sich daraus für die Practik immer einige Vorschriften abstrahiren lassen.

1. „ Die Reibung von Holz auf Holz, " heisst es, „ verursacht, wenn die Flächen trocken sind, nach einer hinlänglichen Ruhezeit einen Widerstand, welcher dem Druck proportional ist; dieser Widerstand nimmt in den ersten Augenblicken der Ruhezeit merklich zu; aber nach einigen Minuten erreicht er gewöhnlich sein Maximum oder seine Gränze. "

2. „ Rutscht ein Holz trocken über das andere mit einer gewissen Geschwindigkeit, so bleibt die Reibung noch dem Druck proportional, aber ihre Stärke ist weit geringer, als diejenige, welche man bemerkt, wenn man die Flächen nach einer Ruhezeit von einigen Minuten, von einander trennt. Man findet z. B. dass die Kraft, welche erfordert wird, zwo Flächen von Eichenholz nach einer Ruhe von einigen Minuten von einander zu trennen und zum Rutschen zu bringen, sich zu der, welche zur Ueberwindung der Reibung bey einer schon erlangten Geschwindigkeit der Flächen erfodert wird, verhält wie 9 zu 2. "

3. „ Die Reibung von Metall auf Metall ohne Schmiere ist gleichfalls dem Druck proportional; ihre Stärke aber bleibt immer die nämliche, man mag ihren Zusammenhang erst nach einer gewissen Ruhezeit aufheben, oder eine gleichförmige Geschwindigkeit unterhalten wollen. "

4. „ Flächen verschiedener Art, wie wenn Holz und Metall ohne Schmiere sich aneinander reiben, geben für die Reibung Resultate, die von den vorhergehenden sehr verschieden sind; denn die Grösse ihrer Reibung wächst in Vergleichung mit der Ruhezeit langsam und erreicht erst nach 4 oder 5 Tagen und oft noch später ihre Gränze, da sie hin-

§. 5. Die in Fig. *A*, *B*, *C* und *D* Tab. 89. gezeichneten Rollenzüge würden für den Flaschenzügen einen Vorzug haben, weil sich eine Flasche, worin sich mehrere Rollen nebeneinander befinden, nach der Seite des Zugseils um etwas neigt, wenn die Rollen nicht recht genau gearbeitet sind; und die Seilstücke sich zuweilen alsdann berühren; auch bey ihnen der aus der Seilbiegung resultirende Widerstand geringer als bey Flaschenzügen ist, wenn sie ihrer Einrichtung wegen gebraucht werden könnten und es müssen in der Praxis statt solcher Rollenzüge, *Flaschenzüge* gewählt werden.

§. 6. Bey Flaschenzügen, wo die Seilstücke parallel laufen, verhält sich im Gleichgewichtsstande die Kraft zur Last (das Gewicht der schwebenden Flasche wird mit zur Last gerechnet) wie 1 zur Anzahl der Seilstücke, welche die zwo Kloben oder Flaschen in Verbindung bringen. Es ist daher vortheilhafter, das Seil an der untern oder schwebenden Flasche zu befestigen, denn es ist alsdann die Anzahl der Seilstücke gleich der doppelten Zahl der Rollen in der schwebenden Flasche 1, wohingegen, wenn das Seil an der hangenden Flasche befestigt ist, die Seilstücke blofs der doppelten Anzahl der Rollen in der schwebenden Flasche gleich sind. Alsdann aber mufs in der erstern eine Rolle mehr als in der letztern seyn. Diefs läfst sich bey solchen Flaschenzügen, worin die Rollen übereinander stehn,

gegen bey den Metallen untereinander in einem Augenblick und bey den Holzarten untereinander in einigen Minuten ihre Gränze erreicht, dieses Wachsthum ist über das so langsam, dafs bey unmerklichen Geschwindigkeiten der Widerstand der Reibung beynahe der nämliche ist, welchen man bey der Erschütterung oder Losreissung der Flächen nach einer Ruhezeit von 3 oder 4 Secunden überwindet. Noch mehr; bey allen Holzarten, die ohne Schmiere übereinander rutschen und bey Reibung der Metalle untereinander hat die Geschwindigkeit einen sehr geringen Einflufs auf die Reibungen; hier aber wächst die Reibung sehr merklich, so wie die Geschwindigkeiten gröfser werden, so dafs die Reibung beynahe in einer arithmetischen Progression wächst, wann die Geschwindigkeiten in einer geometrischen zunehmen."

als Fig. 30. Tab. 83. ist, wohl einrichten; aber bey Flaschenzügen, in denen mehrere Rollen nebeneinander stehn, geht es nicht, weil sonst der untere Kloben, d. i. die hängende Flasche schief gezogen werden würde. Beym Einziehn des Seils mufs man daher auch allemahl die kleinen Rollen zwoer Kloben zuerst beziehn und das Seil gleich an der einen Flasche befestigen.

Da bey Fig. *C* Tab. 89. auf jeder Seite einer Rolle zwey Seile sind, so verhält sich bey solchen Rollenzügen die Kraft *k* zur Last *l* (im Gleichgewichtsstande) wie zweymahl die Anzahl der hangenden Rollen, d. i., bey 3 Rollen $2 \times 2 \times 2 = k$. Um dann die zur Hebung der Last anzuwendende Kraft zu erfahren, mufs man auch den Widerstand kennen, den die Seile mittelst ihrer Biegung und Reibung entgegen setzen. Bey Seile, die bey heftiger Anspannung keiner merklichen Veränderung leiden, läfst sich jedoch dieser Widerstand leicht durch Anhängung von Gewichte ausmitteln, bevor der Flaschenzug gebraucht wird. Zu Flaschenzügen mufs man sich aber nur bereits gestreckter Seile bedienen, weil sich sonst bey neuen, noch nicht gedehnten Seilen, die untere Flasche mit der Last leicht dreht, wodurch die Seile einander streifen, welches nicht seyn sollte, und das hier angemerkt werden mufste.

§. 7. Mit dem Flaschenzuge, wobey sich die Kraft zu dem Gewichte der schwebenden Flasche und der aufzuziehenden Last verhält, wie der Halbmesser zur Summe der Cosinusse derer Winkel, welche die Verticallinie mit den Richtungen der Takelfälle machen, hebt man vorzüglich die Werkstücke in das für sie bestimmte Lager, wie die 2. Figur Tab. 52. zeigt.

§. 8. Der Flaschenzug (*), welcher zur Hebung grofser Werkstücke zum häufigsten vor allen Maschinen gebraucht wird,

(*) Ich habe den auf Tab. 54. Fig. 15. und 16. gezeichneten Flaschenzug, jede Klobe mit zehn Rollen, machen lassen. Die Backen und Schrauben etc. bestehen aus Eisen; die Rollen aus Messing. Er ist vortrefflich gearbeitet.

weil er von einer Stelle zur andern leicht transportirt werden kann, wenig Raum einnimmt und weil man mit denselben bald schwere, bald leichte Lasten heben kann, je nachdem man die Anzahl Rollen vermehrt, gehört auch zum *Fortbringen* schwerer Lasten zu den wesentlichsten Hülfsmitteln.

§. 9. Er wird zur Aufhebung der Werkstücke noch brauchbarer; wenn über den Bauplatz ein festes Gerüste errichtet ist. Man kann nämlich auf dasselbe einen Walzenwagen mit vier Walzenrädern, worin Fig. 30. Tab. 83. zweye in *i* und *h* zu sehen sind, anbringen, welcher den Flaschenzug trägt. Je zwo dieser Räder werden mit dem Queerholze *ikh* und den queerstehenden Axen *ih* in Verbindung gebracht. Auf zwo solcher Queerhölzer liegt dann die Tragwelle *g*, um deren Mitte die Kette *l* des Klobens *p* geschlungen wird. Dieser Wagen kann mit dem Flaschenzuge auf das Gerüste hin und her geschoben werden, wozu dessen Räder in Rinnen laufen, worin Löcher gebohrt sind, um Aufhaltstöcke darin zu stecken, damit der Wagen seine Stelle nicht verändere. Mittelst dessen Fortrückung kann man also die Werkstücke auf jede Stelle des Bauwerkes hinlegen, wo es nöthig ist, ohne viele Schwierigkeit.

§. 10. Der Flaschenzug heifst auch zuweilen ein *Takelfall* d. i. ein Seilfall. Hängt derselbe zwischen zwey oder dreyen Richtbäumen Tab. 54. Fig. 2. oder Tab. 83. Fig. 33. so wird er auch wohl *Scheeren - Takel* genannt, weil solche schrägstehende Bäume *Scheeren* heifsen.

§. 11. Wird der Flaschenzug an einem Richtbaume *AE* Fig. 31. Tab. 84., der hier 35 Schuh lang, 10 Zoll stark und von Fichtenholz ist, angebracht: so setzt man ihn in ein etwa sechs Schuh langes Schwelllager ein und befestigt oben, ehe er aufgerichtet wird, vier Seile *G G* (die in der Figur nicht angedeutet sind) *Spannseile* genannt, die oben unterhalb vier Klammern *A* angebunden werden, damit sie nicht vom Richtbaume abgleiten und nach dem Boden gehn, wo sie an schräg eingeschlagenen Pfählen oder auch an Erdwinden *d* Fig. 43 und 44, wenn sie

vorher um die Rollen *b* und *e* laufen, befestigt werden. Wie aber die Last mittelst eines solchen Richtbaumes, den Flaschen *CDE* und *F*; und dem Haspel *H*, heraufgetritzt wird, dies zeigt Fig. 31.

Mehr zusammengesetzt ist der Richtbaum Fig. 4., an welchem Sprossen sichtbar sind, damit man an ihn hinaufsteigen könne. Es ist derselbe zur Aufwindung der Gewölbsteine der Brücke von Neuilly gebraucht worden.

Vier solcher Bäume stellte man an einem Gewölbbogen. Jeder war in ein 18 Schuh langes Schwelllager *CE* eingelassen und von zwey Stützen oder Scheeren, die miteinander durch fünf Queerhölzer verbunden waren, gegen das Schwanken gesichert. Von der obern Spitze *A* liefen 4 Spannseile unter einem Winkel von 75 Grad nach dem Lande, wo sie an Pfählen befestigt waren. Zwey Spannseile Z *D C* liefen aber zur Festhaltung des Ganzen von den unten stehenden kleinen Winden Z und *K* über die Rollen unter *DE* nach zwo in den Fluſs eingeschlagenen Pfählen *P*. An der Seite dieses Richtwerkes, welches Queerriegel *R S P O* und *N O* hatte, stand eine 16 Schuh im Durchmesser groſse Erdwinde, welche die in Fig. 22. und 46. dargestellte und zu Fig. 31. gehörenden ähnlich war. An der derselben, nahestehenden Scheere des Richtbaumes war eine Leitrolle *I* angebracht. Um diese lief das Zugseil nach der oben am Richtbaum angebrachten Flasche, die mit der schwebenden Flasche, an welche die Last befestigt war, in Verbindung stand (*). Wurde die Erdwinde umgedreht, so zog man die Gewölbsteine zwischen zwo solche gegenüberstehenden Richtbäumen in die Höhe; Solche Richtbäume waren neben dem Lehrgerüste und gegeneinander übergestellt, um an beyden das Zugwerk anzubringen, wie es hier beyläufig beschrieben und in den Oeuvres von Perronet Tab. XXVII. dargestellt ist.

(*) Da es das Zugmanövre erleichtert, wenn sich der obere Kloben drehen kann, so ist die Vorrichtung Fig. 15. und 26. Tab. 54. mit dem S. 343. B. 3. beschriebenen Halteisen sehr gut und verdient Nachahmung.

§. 12. Wie dergleichen Richtbäume oder Scheeren auf mancherley Arten in dem ihnen zu gebenden Stand gehalten werden, dies zeigen Fig. 2. 6. und 12. Tab. 54. und Fig. 1. 2. und 3. Tab. 82., welche letztere Vorrichtung aus einem festen Zimmerwerk besteht; zwey Kreuzhaspel hat, und ein *doppelter Hebebock* heifst. Diese Figuren zeigen auch wie die Flaschenzüge angebracht werden.

§. 13. Aufgerichtet wird ein Trag- oder Richtbaum oder mehrere Richtbäume, wenn man dieselben gegen fest in den Erdboden eingeschlagenen Pfählen anstemmt, an einen andern feststehenden Pfahl eine Rolle befestigt und von dieser ab, Spannseile *M M* Fig. 33. Tab. 83. bis zum obern Theil der Bäume gehen läfst, das andere Ende dieses Seils wird dann um eine an einen Richtbaum befestigte Rolle gezogen und angeholt. So wie diefs geschieht, wird der eine Richtbaum aufwärts geschoben, indem dessen unteres Ende gegen den in der Erde eingerammten Pfahl oder gegen drey Pfähle stemmt. Zugleich hilft man die übrigen zwey Richtbäume mit langen Haken oder auch unten am Boden mit Hebel nach, so dafs sie desto leichter aufsteigen. Zuweilen kann man sich auch zur Auftritzung der Tragbäume einer leicht beweglichen und auf der Baustelle im Gebrauch seyenden Ramme bedienen: indem man ihren Tritzkopf oder die Tritzrolle, mittelst welcher die Rammpfähle aufgezogen werden, zum Aufziehn benutzt.

§. 14. Bey den Flaschenzügen wird, sobald grofse Lasten gehoben oder gezogen werden sollen, fast immer das Rad an der Welle, das ist der Hornhaspel *a*, Fig. 2. Tab. 54., der Kreuzhaspel Fig. 2. Tab. 82, das Seilrad *P* Fig. 33. Tab 83 oder der stehende Haspel (Erdwinde auch Göbel genannt) das Trett- oder Laufrad *a* Fig. 46. Tab. 84. oder das Zugrad *b c* Fig. 55. und 56. gebraucht.

§. 15. Des letztern hat sich Perronet zum Bau der Brücke von Neuilly bedient. Es war 18 Schuh im Durchmesser und hatte einen 4 Zoll dicken Kranz. Das Traggerüste oder der Unter-

satz stand auf Rollen um die ganze Maschine leicht transportiren zu können. An jedem Rade zogen zwey Mann, und die vier Mann hoben Steine von 5000 Pf. schwer. Die an dem Zug oder Sprossenrad angestellte Mann liefsen den Stein auf eine Ruhebank unter *a* auf welche eine Planke schräge gelegt war, indem sie das Rad sachte zurück gehen liefsen.

Von diesem Bock glit der Stein auf das für ihn bestimmte Lager, in welches er, mittelst zweyer Wagenwinden und Hebel, aufs genaueste eingelegt wurde. Damit man aber die Steine bald in ein hoch bald in ein niedrig liegendes Lager senken konnte, so waren für die Tragbalken, worauf der Bock *a* stand, in beyden Seitenständern des Untersatzes Falze eingehauen, wodurch hölzerne Nägel gesteckt wurden. Auf diese Weise konnten die Tragebalken hoch und niedrig gelegt werden.

Ein anderes Hebezeug oder Krahnen Fig. 18. 55. und 54. dreht sich um den Zapfen *a*; An dessen Zugrädern die 12 Fufs 3 Zoll im Durchmesser hatten, zogen zwey Mann.

§. 16. Der mit einem 12 Schuh im Durchmesser habenden und drey Schuh breiten Trettrade *a* versehenen Krahnen (Fig. 48. bis 51.) dessen Krahnbaum (Schnabel auch Krahnbacke genannt) 50 Fufs lang war, ist beym Bau der Brücke zu Orléans gebraucht worden. Die Hälfte des Grundrisses Fig. 49; zwey Horizontalschnitte Fig. 50. und 51., die da, wo sie genommen sind, stehen; so wie der Verticalschnitt Fig. 47 — stellen diese Maschine deutlich dar. Sie dreht sich nämlich auf den Queerriegel Fig. 51. wo die runde Drehscheibe angedeutet ist. Das Zugseil läuft von der 12 Zoll starken Welle über vier Rollen und hängt in *b c* nieder.

§. 17. Den Fehler, welche diese zwo Krahnen haben, nämlich dafs ihre Leitrollen nur 12 Zoll grofs, also zu klein sind, hat man beym Bau der Schleuse zu Havre Tab. 71. Fig. 8. und 12. vermieden, indem die dort gebrauchten Krahnen, Rollen von 4 Schuh im Durchmesser haben. Die Zugräder sind 12 Schuh grofs und werden von drey Mann herumgezogen. Die Drehung

der Maschine geschieht aber auf $\frac{2}{3}$ der Höhe ihres Untersatzes. Dergleichen Krahnen können auch nach der in Fig. 31. und 32. Tab. 83. gezeichneten Art gemacht und bloſs mit einem Kreuzhaspel *a* bewegt werden, indem das Zugseil über die Rollen *b* und *c* läuft, und sich auf die Welle *a* aufwickelt.

Die Krahnen sind deswegen als Hebezeuge so bequem, weil sie dergestalt eingerichtet werden, daſs man ihren Obertheil herumdrehen, folglich die Last *d* herablassen kann, wo man will. Bey diesen zwo Krahnen geschieht die Drehung in *x* nämlich um die Hauptständer oder die Tragsäule. Der Zapfen, um welchen die Drehung geschieht, kann Eisen und die Hülse Klockenspeise seyn, jedoch müssen beyde wie bey den Schleusenthoren convexe Oberflächen haben. Statt des Metalls kann man Buxbaum, Ahorn und Bockholz dazu anwenden und dasselbe in das übrige Holzwerk einlassen. Jedoch muſs es vorher gleichfalls an den Oberflächen rund gedreht und in Oehl gesotten seyn, wo es alsdann fast so lange als Metall ausdauert. Diese Holzgattungen in Oehl gesotten, habe ich selbst zu Unterlagern bey Maschinen, wo die Räder eiserne Zapfen hatten, angewendet gesehen, wenn sie zuvor 10 bis 30 Stunden, je nach der Holzstärke, in Oehl gesotten waren. Nach mehreren Monathen Gebrauch fand ich sie gar nicht abgeschliffen, wo doch die Metalllager, bey ähnlichen Rädern, viel verlohren hatten. (*) Selbst bey groſsen Mühlen wird festes Holz zu den Zapfenlagern gebraucht, wozu man auch Haimbuchenes anwendet.

Da die Krahnen zum Ausladen der Waaren sehr vortheilhaft sind, so sollte man sie, da wo vieler Schiffsverkehr ist, an den Aus- und Einladeplätzen nicht vergeblich suchen und die

(*) Sollen dergleichen groſse Hebmaschinen oftmahls transportirt werden, so werden Rollen oder kurze Walzenräder darunter angebracht, die aus dem härtesten Holze bestehn müssen und vor dem Gebrauch 36 Stunden in Oehl gesotten seyn sollten.

kostbaren Ausladungsarten durch das Walzen der Waaren, wobey diese überdiefs leiden, nicht mitansehen müssen.

§. 18. Wird ein Holzgestelle zur Anbringung eines Takelfalls, wie Fig. 1. und 2. Tab. 82. zeigt, gebraucht, so heifst dasselbe ein *Hebebock*. Hat derselbe 2 Kreuzhaspel und 4 Scheeren, so nennt man ihn einen *doppelten Hebebock*. Auf der horizontal liegenden Welle, wickelt sich das Zugseil auf, und so wird die an der schwebenden Flasche befestigte Last aufgezogen.

§. 19. Man kann die Werkstücke oder Steine beym Heben nur selten mit Seile umschlingen, (Fig. 38. und 41. Tab. 84.) und macht daher in der Oberfläche des Werkstückes Oeffnungen. Darin wird die eiserne Zange *L*, Tab. 83. Fig. 33. gesteckt, deren obere Arme sich beym Anziehn des Flaschenzuges nähern, folglich werden die untern an die Seiten der in das Werkstück gemachten Oeffnungen angeklemmt, sobald man das Zugseil des Flaschenzugs anzieht.

§. 20. Besser noch als diese Zangen ist aber der ganz aus Eisen bestehende Trage- oder Steinkrampen (Festhalter oder Zwinge) Fig. 30. *B*, welche in eine in das zu hebende Werkstück gemachte Vertiefung pafst. Diese Zwinge besteht 1.) aus dem Griff oder Tragbügel *m*, *d*, *l*, 2.) dem Kopfnagel *cb* durch den bey *m* ein Spliefs gesteckt wird, 3.) aus den drey auf den Nagel aufgesteckten $1\frac{1}{2}$ Zoll dicken, $\frac{5}{8}$ Zoll breiten Stücken 1. 2. 3. Von diesen ist das mittlere unten nur $\frac{1}{2}$ Zoll breit, aber auch $1\frac{1}{2}$ Zoll dick. Die zwo Seitenstücke gehn unten mit einer runden Ausbiegung 1. 3. einen Zoll vor, für welche in den Stein ein $\frac{1}{2}$ Zoll tiefes Seitenloch ausgehauen wird, das nach oben enger ist.

Soll nun der Steinkrampen in das Werkstück eingesetzt werden, so schiebt man erst die zwo Seitenstücke 1. und 3. in den Stein; zwängt mit einigen Hammerschlägen das mittlere oder Keilstück 2. dazwischen; dann aber wird der Tragbügel angelegt und durch diesen sowohl, als den drey Stücken 1. 2. 3. der Kopfnagel *cb* durchgesteckt, und das Spliefs *m* wird durch die-

sen Nagel geschoben. Endlich wird der zwischen den Endestücken 1. 3. gebliebene Raum *ee* mit Sand ausgefüllt und der Tragebügel *d* mit dem Flaschenzuge mittelst der Kette *df* in Verbindung gebracht. (*)

§. 21. Es ist schon im 4. §. bemerkt worden: dafs die sogenannten Rollenzüge, oder solche Flaschenzüge, worin die Rollen übereinander stehen, vor den Flaschenzügen, bey denen die Rollen nebeneinander liegen, einige mechanische Vortheile haben, dieselben bestehn ausser denen daselbst angeführten auch noch in folgenden: dafs die um die Rollen gehenden Seile sich nicht so stark biegen dürfen, folglich einen geringern Widerstand äussern. Dahingegen haben sie in Praxis den wesentlichen Nachtheil, dafs sie eine zu grofse Höhe einnehmen, wenn mehr als zwey Rollen unter- oder übereinander angewendet werden müssen. Es fallen daher die Richtbäume oder Hebeböcke, an welchen man sie anbringt, sehr hoch aus. Da, wo man also mit wenig Rollen die Last heben kann, ist es besser, sich solcher Flaschen, in denen die Rollen übereinander stehen, zu bedienen. Zu sehr schweren Lasten aber der Flaschenzüge mit zween oder mehreren Rollen nebeneinander zu gebrauchen.

§. 22. Was die in der Statik über das Rad an der Welle bekannten Sätze anbetrifft, so sind solche im Zustande des Gleichgewichts, folgende:

1.) Die Kraft verhält sich zur Last, wie der Halbmesser der Welle zur senkrechten Entfernung ihrer Axe von der Richtung der Kraft.

2.) Die Summe des mit der Richtung der Last parallelen Lage entstandenen Druckes der Zapfen von der Welle, ist der Last des Products aus der Kraft des Cosinus des Winkels, welchen ihre Richtungen miteinander machen, gleich.

(*) Wenn sehr grofse Werkstücke aufgezogen werden, so mufs man zwey Steinkrampen einlassen, um das Werkstück wagerecht aufzuziehen und es ist dann darauf zu sehn, dafs die Vertiefungen gut ausgetheilt werden, um diese Absicht erreichen zu können.

3.) Die Summe des Druckes der Zapfen in einer auf die Richtung der Last senkrechten, oder, wenn diese lothrecht ist, horizontalen Lage genommen, ist der Kraft multiplicirt mit dem Sinus des Winkels, den sie mit der Richtung der Last macht, gleich.

4.) Die Druckungen der Zapfen liegen nur in dem Fall in einer Ebene, wenn die Kraft und der Widerstand in eine auf die Axe der Welle senkrechten Ebene oder wenn ihre Richtungen parallel sind.

5.) Wenn die Kraft und der Widerstand oder die gesammte Last parallele Richtungen haben, so sind sie dem gesammten Druck der Zapfen gleich und der Druck eines der Zapfen auf seine Unterlager, erhält man, wenn die Kraft und der Widerstand, jede in ihre Entfernung von der andern Unterlage (auf der Axe gemessen) multiplicirt und die Summe des Products durch die Länge der Axe dividirt wird.

§. 23. Zur Aufhebung grofser Werkstücke oder Lasten bedient man sich auch des gezahnten Rades und der Schrauben, Fig. 26, 27 und 28. Tab. 83. stellen ein solches, von dem hiesigen geschickten Mechanicus Herrn Linderer gemachtes Zug- und Hebewerk, welches bey dem Bau der neuen Franzensbrücke, die über einen Arm der Donau, welcher die Leopoldstadt von Wien trennt, führt, gebraucht worden ist, vor.

Dieses Zugwerk besteht aus einer 8 Zoll im Durchmesser habenden *flachen Schraube* ohne Ende *h* (*) mit doppelten Gängen, welche von zwey bis vier Mann, je nach der Schwere der zu hebenden Last, mittelst der Kurbel *k* umgedreht wird. Dieselbe greift in das Stirnrad *f* ein, auf dessen Welle ein Getriebe *g* steht, welches das Stirnrad *c*, mithin die Zugwelle *b*, worauf

(*) Die Schrauben, welche parallelepipedaische Windungen haben, heissen flache Schrauben, die andern aber, deren Windungen keilförmig sind, werden scharfe Schrauben genannt.

sich das nach einem Flaschenzuge gehende Seil *a* aufwindet, in Bewegung setzt (*).

(*) Wenn man sich anstatt der Schraube, des Getriebes oder eines gezahnten Rades bedient; wenn überhaupt die Zähne eines Rades in die eines andern oder in ein Getriebe eingreifen, so mufs die Form der Zähne weder eckig noch nach einem Zirkel abgerundet seyn, und die Getriebe nicht aus zilindrischen Triebstöcken bestehen; weil dadurch die Reibung nicht auf den möglichsten Grad vermindert wird, wohl aber die Zähne und Triebstöcke abgeschliffen werden. Es ist dieses jedem Beobachter eine bekannte Sache, denn er darf nur in eine Mühle eintreten, die ein neues gewöhnliches Räderwerk hat, und er wird gleich das Reiben der Maschine, das ist der Triebstöcke und Kammzähne aneinander, hören. Kömmt er nach einiger Zeit wieder in diese Mühle so hört er das Schlottern der Räder: nämlich die Getriebe und die Zähne sind abgeschliffen, zwischen beyden ist daher ein Raum entstanden. Nicht allein, dafs dieses Abschleifen ein schnelles Erneuern der Zähne und Triebstöcke nothwendig macht, sondern, dafs die Maschine niemahls einen sanften und gleichförmigen Gang erhält und daher eine grössere Anwendung von Kraft erfodert, den befsten ökonomischen Effekt auch nicht leisten kann. Ja! bey den mehresten Mühlen in Deutschland rundet man nicht einmahl die Zähne der Räder ab, sondern läfst sie eckig, wo sie sich dann nach mehreren Monathen bis so weit sie die Triebstöcke berühren, nach einer krummen Linie, welche der Cycloide zum nächsten kommt, abschleifen, wenn sie zuvor die Triebstöcke fast zur Hälfte abgerissen haben. Dann aber füllen sie, wie gesagt, den Zwischenraum zwischen den Triebstöcken nicht mehr aus und es entsteht in dem Gang der Maschine ein Schlottern d. i. ein unregelmäfsiger Gang. Die angulären Räder — das sind solche Räder, deren Zähne wie in Fig. 22. Tab. 89 geformt werden und unter allen Winkeln dergestalt in einander greifen, dafs die Reibung der Zähne von je zwo Rädern die möglichst geringste ist, sind daher die befsten. Die Zähne derselben sind nämlich Ausschnitte von der Oberfläche eines Kegels, folglich wälzen sich dieselben über die, gleichfalls mit solchen Zähnen versehenen Getriebe, oder über andere mit solchen Zähnen versehenen Räder, ohne eine merkliche Reibung ganz ohne alle Klemmung weg. Es sollten daher dergleichen Zähne nicht nur zu allen Hebemaschinen, sondern auch zu Mühlen, Hammerwerken; kurz zu allen Maschinen, bey denen ein gleichförmiger Gang statt finden soll; und an welchen die Zähne nicht sehr klein sind, angewendet werden.

§. 24. Da die Zugwelle 17 Zoll im Durchmesser grofs und das Räderwerk der Maschine dergestalt eingerichtet war,

Ich kann mich hier über diese, von so wichtigem Einflufs auf das gesammte Maschinenwesen seyende, Materie nicht weiter verbreiten und wünsche: dafs dieses eine Veranlassung seyn möge, so viel als möglich, die Triebstöcke aus den Maschinen zu verbannen, daher die Getriebe nur auszuzähnen, wo möglich aus Eisen, so wie auch die Kammräder bestehn zu lassen, wenn man auch die Stirnräder und die grossen Drehlinge aus Holz machen will.

Abgerundet sollten indessen die Zähne aller Räder wenigstens seyn, welches die gesunde Vernunft giebt. Doch diese wird so selten als Führerin angenommen und die Müller sind mit alles Zureden, mit allen Demonstrationen nicht dazu zu bringen, nur runde Zähne nach derjenigen Form, nach welcher sich die Zähne des gehenden Werkes in einigen Monathen abschleifen zu machen. Um diese zu erfahren, habe ich aus mehreren Kornmühlen solche abgeschliffene Zähne genommen und bey ihnen eine auf folgende geometrische Art zu construirende Linie (als ein Mittel) gefunden.

Die Zähne sind (aufserhalb dem Kranz des Rades) $\frac{1}{4}$ höher als breit, das ist $ab = \frac{3}{4}\, bc$, und werden gewöhnlich viereckig, wie *abcd* Fig. 50. Tab. 89. zeigt, gemacht. Sie nach der erfolgten Abschleifung zu construiren, mufs die Höhe *bc* in vier gleiche Theile getheilt und von 1 nach *d* aus x ein Bogen beschrieben werden; Es ist nämlich $1d = dx = 1x$. Diesen Bogen theile man in drey gleiche Theile und beschreibe mit einem Theil aus y den Bogen $d2$; so ist die krumme Linie d 2 1, diejenige, welche der Zahn haben mufs.

Da diese Verbesserung der Zähne bey Kornmühlen, die gutes Mehl fördern, das ist einen reglmäfsigen Beharrungsstand haben sollen, nothwendig ist, so ist zu wünschen, dafs man wenigstens dieselbe bey den Kammeralmühlen hie und da, wenn nicht überall einführen möge, zumahl man so viel über Holzsparung schreibt und über Holzverschwendung schreit. Dafs das jetzige gehende Werk der Mühlen viel Holz weg nimmt, darüber ist man wohl so ziemlich überall einig!! Ein anderer wichtiger Umstand bey allen Maschinen ist die Verminderung der Reibung auf den Zapfenlagern des Hauptrades und des gesammten Widerstandes der Maschine am angegriffenen Punkt (das ist bey Wasserrädern die Schaufel). Diese zu bewirken, mufs man *a*) den Zapfen einen so geringen Durchmesser als nur die Festigkeit der Maschinerie gestattet geben, und man wird denselben, selbst bey Panstermühlen

so dafs diese Welle bey 106 Umdrehungen der Kurbel einen Umlauf macht, so geht die Aufwicklung des Seils, folglich die Aufziehung der Last so langsam, dafs in der Stunde kaum 70 Schuh Seilende aufgewickelt wird. Es wird daher die Last bey zwey Rollen in jeder Flasche nicht über 17 Schuh hoch in der Stunde gehoben. Man sollte daher den Durchmesser der Zugwelle wenigstens um das doppelte vergrössern. Dabey ist jedoch die Einrichtung zu treffen, dafs das Seilstück abgewickelt und in der Nähe der Maschine gelegt wird, wenn das andere sich aufwindet, weil sonst zu viel Seil auf die Welle kommen würde. Mit der Welle mufs aber eine solche Vorrichtung verbunden seyn, dafs sie auf die Arme des ersten Stirnrads auf- und abgeschoben werden kann, damit wenn die Last in die Höhe gezogen ist, sie für sich herum gedreht wird, um das Seil in kurzer Zeit abzuwickeln. Die Welle mufs daher auf ihre Axe beweglich seyn und durch die eisernen Arme des ersten Stirnrades mögen eiserne Schrauben gehn, die in Muttern, welche in

nicht über $2\frac{1}{2}$ Zoll W. zu machen nöthig haben; wiewohl er gewöhnlich 5 bis 6″ dick gemacht wird. *b*) Dafs man rund um die Zapfen Walzen $\frac{1}{3}$ der Dicke des Zapfens im Durchmesser und etwa 1 bis 2 Zoll kürzer legt. Dieselben dürfen aber nicht in eignen Zapfen sich drehen, sondern sie müssen frey liegen. Sie laufen um die Welle herum und auf zweyen ruht der Zapfen — so dafs die Kraft auf $\frac{2}{3}$ durch diese Einrichtung bey einer grofsen Calander verstärkt wurde, die der Schlösser in Wien verfertigte, und wobey er zuerst diese Einrichtung angewendet hat. Man sollte dafür halten, dafs die Walzen, welche zwischen sich noch $\frac{1}{2}$ Linie Spielraum haben müssen, sich vor dem Zapfen der Maschine hinausschieben. Dies ist aber nicht der Fall. Damit sie indessen nicht zu weit vorgleiten, ist ein Eisenblech vor denselben hinzuschrauben, an welches für den Wellzapfen eine Oeffnung bleibt, damit derselbe an dieses Blech keine Reibung verursache. Bey denen Maschinen, die einen schnellen Umlauf haben, wird sich jedoch diese Einrichtung nicht bewerkstelligen lassen: denn die Abnutzung der Walzen dürfte sehr beträchtlich seyn: und ist diese erfolgt, so entsteht ein Schlottern. Dies hindert aber nicht, dafs man im Grofsen die Versuche deswegen anstellte.

dem Rande der Welle befestigt sind, eingreifen, oder es mögen vier Arme eines eigends dazu gemachten eisernen Scheibenrades, welches auf die Welle des letztern Stirnrades, zwischen demselben und der Welle, steht, in die eisernen Schienen der Welle eingeschoben werden, welche Einrichtung der in Fig. 5. Tab. 83. dargestellten Anschiebung der Welle in etwas ähnlich ist, nur dafs sie vollkommene Sicherheit gewährt, welche beym Aufziehen schwerer Last nothwendig wird. Dieserwegen sind bey *l* und *d* auf der Welle zwey Speerräder angebracht, worin die Speerhaken *m* einfallen. Das Räderwerk, so wie die Zapfen bestehn aus Eisen, die Zapfenlager aber aus einer Composition.

§. 25. Wollte man die Wirkung dieser Maschine berechnen: d. i. die Kraft angeben, welche gebraucht wird, um mit ihr die bestimmte Last zu heben, oder wie viel zwey bis vier Mann aufheben können, so mufs man die Steifigkeit des Zugseiles auf die Zugwelle und über die Rollen; ferner die Reibung zwischen dem Zahn und Getriebe, so wie der Schrauben und in den Widerlagern der Zapfen, endlich die Kraft eines tüchtigen an der Kurbel drehenden Arbeiters kennen. Welches erstere alles nur durch jedesmalige Versuche ausgemittelt werden kann: denn anders ist dieser gesammte Widerstand bey schweren, als bey leichten Lasten, da ein stark gespanntes Seil einen andern Widerstand, in Hinsicht seiner Biegsamkeit ausüben wird, als ein weniger gespanntes. Mit dieser Maschine haben vier Mann ohne die mindeste Anstrengung über 300 Centner aufgehoben.

§. 26. Ehe ich zu den übrigen Maschinen übergehe, so will ich noch den bey Schrauben anwendbaren statischen Satz auf diese Einrichtung anwenden. Es verhält sich nämlich bey den Schrauben die Kraft zur Last, wie die Höhe des Schraubenganges zum Umfange der Spindel.

Nun wirkt aber hier die Kraft an der Kurbel, folglich tritt der von ihr beschriebene Kreis in die Stelle des Umfangs der Spindel. Sonach wird die Last am Zahn des ersten Stirnrades (nach den Maafsen der Maschine) um $\frac{3}{4}$ verringert.

§. 27. Wenn man nicht sehr schwere, d. i. nur Lasten bis 250 Centner zu heben hat: so kann man die Schraube entweder auch oberhalb des Stirnrades oder darunter, ja auch seitwärts anbringen und das Stirnrad gleich auf die Zugwelle legen.

Wiewohl bey dieser Einrichtung *a.*) eine gröſsere Kraft als bey der im 24. §. beschriebenen angewendet werden muſs, so kann sie doch *b.*) zuweilen den Vorzug verdienen. Es verhält sich nämlich ad *a.*) die am Umfange des ersten Rades nach einer Tangente wirkende Kraft zu der am Umfange des letzten Rades angebrachten Last, wie das Product aus den Halbmessern des Getriebes zu dem Producte aus den Halbmessern der Räder.

Ad *b.*) weil die Anzahl Umgänge des letzten Rades gegen die des ersten erhalten wird, wenn man die Anzahl der Zähne aller Räder multiplicirt und die Anzahl aller Triebstöcke oder Getriebezähne gleichfalls und das erste Product durch das letztere dividirt. Hat man nun die Anzahl Umgänge des ersten Rades in einer gewissen Zeit beobachtet, so läſst sich die Zahl Umgänge des letzten Rades in eben dieser Zeit bestimmen. Je mehr Räder daher eine Maschine hat und je geringer die Anzahl Zähne oder Triebstöcke der Getriebe gegen die Anzahl der Zähne in den Rädern ist, desto langsamer geht die Maschine.

§. 28. Statt der Schraube kann man auch ein Getriebe mittelst eines Hornhaspels, an dessen Welle es angebracht ist, umtreiben, welches dann in ein Stirnrad eingreift, dessen Welle die Zugwelle selbst ausmacht.

An der Stelle der Kurbeln bey der Schraube oder diesem Getriebe kann man sich auch des Trett- und Sprossenrades bedienen.

§. 29. Wenn man auf den Kranz eines Rades eiserne Gabeln (Y) setzt, über dieselben eine Kette ohne Ende legt, die zugleich auf eine isolirte, auf einem Bock stehende, gleichfalls mit Gabeln versehene, Welle läuft und das Rad mittelst einer Kurbel herumdreht: so geht auch die Welle herum und das Zugseil, welches die Last aufzieht, wickelt sich auf dieselbe auf. Solches

Rad hann auch an den Seiten mit Sprossen versehen, d. i. ein Zugrad oder auch ein Laufrad und Trettrad seyn. Ja, es kann mittelst eines Vorgeleges, das mit einem Getriebe und an dessen Seiten angebrachten Zähne mit einem Pferdegöpel oder der stehenden, mit dem Getriebe versehenen Welle in Bewegung gesetzt werden.

§. 30. Zur Hebung kleiner Lasten bedient man sich der bekannten Wagenwinde Fig. 35. Tab. 89. stellt diese von aussen und Fig. 39. von innen vor; an welcher mittelst einer Kurbel *ab* ein in Bewegung gesetztes Getriebe *c* die gezahnte Stange *d* aufwärts treibt, die mit einem Horn *e* sich endet um unter die zu hebende Last gesetzt zu werden. Ausserhalb ist bey *f* ein Speerhaken und ein Speerrad *g* angebracht, um die gezahnte Stange *d* in den ihr gegebenen Stand zu erhalten.

§. 31. Wenn ein Stirnrad *a b* Fig. 10. bis 11. und zwey Getriebe *c d* angebracht werden um die gezahnte oder Hebstange *e f* in Bewegung zu setzen, so heiſst eine solche Winde eine *doppelte Wagenwinde.*

Dabey läſst sich nun folgende Verbesserung Fig. 41. anbringen. Die gezahnte Stange *a b* kann nämlich mittelst des Getriebes *l* von der horizontalliegenden Schraube *c* in Bewegung gesetzt werden, wenn dieselbe das das Getriebe *l* bewegende Stirnrad *d d* welches auf die Axe *f* steht, herumschiebt. Die Kurbel *e g* sollte bey der jedesmahligen Operation oder Aufziehung der Schütze auf eine Schraube in *e* geschoben werden, damit sich Niemand unterſange die Schütze zu ziehn. Gewöhnlich wird aber die Kurbel nur auf die Welle des ersten Getriebes hier auf die der Schraube, aufgesteckt, wo also noch dieses Getriebe mittelst einer Zange umgetrieben werden kann. Insofern diese Figur zur Aufziehung einer Schütze bestimmt ist, so endigt sich die gezähnte Stange *a h* oben bey *h* scharf. Zur Aufhebung von Lasten muſs sie sich aber nach beyden Seiten krümmen wie Fig. 35. zeigt. Dieses Zug- oder Hebewerk besteht ganz aus Eisen und wird mit Eisenblech wie die Blätter *i i i* zeigen, gedeckt. *k* ist die Oeff-

nung in der obern Decke wodurch die gezahnte Stange, *abh* geht. *A* ist der obere Riegel der Schützöffnung oder an einem Stemmschleusenthor worauf das Heb - oder Zugwerk steht. Und *B* das Aufziehschütz selbst.

§. 32. Eine ähnliche aber einfachere Einrichtung zum Heben von Lasten oder zum Aufziehen der Schütze ist die in Fig. 36. und 37. gezeichnete. An einer Schraube *ef*, die in *f* sich bewegt und auf einen Riegel *h* ruht ist ein gezahntes Rad *A* angebracht. Dasselbe wird von der Schraube ohne Ende *c* mittelst der Kurbel *a b* herumgetrieben; folglich wird auch die die Axe an dieses Rad machende Schraube *ef* herumbewegt, welche auch doppelte Gänge erhalten kann um das Aufziehn der Last, hier der Schütze *ki* zu beschleunigen. An das Schütz ist ein Eisenblech *ll* befestigt, woran die Schraubmutter *g* fest ist, die folglich auch das Schütz auf und nieder steigt, je nachdem die Kurbel *a b* herum gedreht wird.

§. 33. Die Schraube ist ein wesentliches Werkzeug grofse Lasten zu heben und fort zu bringen. Wird die Schraubenmutter durch Hebel herumgedreht, so ruht darauf die Last, wie Fig. 27. Tab. 84. zeigt.

§. 34. Die flachen Schrauben werden wegen der Haltbarkeit der Schraubengänge fast immer von Metall oder Eisen gemacht, so wie auch die Schraubenmutter. Zu den scharfen Schrauben gebraucht man nur des festen Holzes, wenn sie grofs sind. (*).

(*) Die eisernen Schrauben werden mittelst eiserner Schneidezeuge geschnitten. Zu Verfertigung der hölzernen bedient man sich folgendes Schneidezeugs Fig. 21. Tab. 89. Dasselbe besteht: aus einem von Weifs - oder Hagebuchen gemachten Mutterblock *a b*; aus dem darin befestigten Geisfufse oder dem Schneideeisen *c*, welches die Schraubenwindung schneidet. Die Mutter *eg* wird aber selbst erst mit einem gut gestählten Kolben (Bohrer) Fig. 20. ausgebohrt. Hierbey wird folgendermaafsen verfahren: nachdem in dem Block *a b* mit einem gewöhnlichen Bohrer ein Loch ausgebohrt ist, dessen Weite dem Abstande *hi* zwoer

§. 35. Ist die Schraubenmutter fest, so muſs die Spindel gedreht werden, wie dies vorher gezeigt ward, um zu steigen, d. i. um Lasten zu tragen; oder um zu senken, d. i. um nach unten zu pressen. Auch kann sich ein Seil auf einen glatt gelassenen Theil der in einer Pfanne stehenden Schraube aufwickeln und dann dient die Schraube als Zugmaschine. Der Hebel, welcher an der Spindel oder an der Schraube befestigt wird, heiſst der Preſsbaum.

§. 36. Es kann ferner die Kraft an der Schraubenspindel angebracht und die Last auf der Schraubenmutter ruhen; wie dieſs der Fall bey den sogenannten Schraubensatz Fig. 12. ist, wobey zwey Spindeln *a* und *b*, zwey Schraubenmutter haben, die aber in einer gemeinschaftlichen Scheibe *c* angebracht, und die Preſsbäume in *e* sind.

Des Schraubensatzes bedienen sich vorzüglich die Zimmerleute, um Häuser aufzuschrauben und Stützen etc. an Häuser anzubringen, Man kann dieselbe natürlich auch zur Haltung schwerer Gerüste bey Wasserbauten aller Art und bey Lehrbögen, so wie auch zur Richtung übergebogener Mauern und Balkenwände gebrauchen. Die Schrauben dazu sind gewöhnlich von Holz sechs bis neun Zoll dick. Sie sollten vom härtesten

Kerben gleich ist: so wird der Kloben in dasselbe gesteckt; wobey es sich versteht, daſs des Klobens Zacken *a a* die beabsichte Schraubenlinie formiren. Damit die mittelst des Hin- und Zurückdrehens des Kolbens ausgehobenen Spähne Platz finden, so sind die vier Mittelfelder *b* des Kolbens vertieft.

Ist nun eine Schraubenspindel zu schneiden: so wird das zur Schraube dienende walzenförmig gedrehte Holz in das Schneidezeug zwischen *n o* eingesteckt, worin es genau einpaſst. Dieses letztere wird dann herumgedreht und so schneidet das Schneideeisen *c* die Schraubengänge aus. Damit aber die Schraube stets vertical geht, dazu dient die im Schneidezeug befindliche Mittel *cg*, welche vorher mit etwas Seife bestrichen seyn muſs. Die vom Schneideeisen ausgeschnittenen Spähne fallen aber aus einer in *ff* angegebenen Oeffnung heraus, die gerade vor das Schneideeisen steht.

gemacht und gleich wie die Rollen in Oehl gesotten werden, damit sie glatt sind und noch fester werden. Ein gleiches gilt von den hölzernen Schraubenmuttern. Auch sollten diese von anderem Holze, als die Spindel seyn, um die Reibung zu vermindern. In der Ausübung wird die Schraube mit grüner Seife oder Unschlitt geschmiert. Ein Verfahren, welches auch bey allen Seilen, die über Rollen laufen, von Nutzen ist.

§. 37. Zur Aufhebung schwerer Lasten bedient man sich ferner der Walze und des Keils. Es ist der Gebrauch davon leicht einzusehen.

§. 38. Aber auch die festliegende schiefe Fläche und die Walze wird dazu angewendet; indem man durch diese Hebel steckt und den die Last tragenden Balken (Streben) auf ein Stuhlgerüste stellt; worin die Walze läuft. Zwey solche Walzen sind aber erforderlich, damit die an den Hebeln angestellten Arbeiter wechselsweise die eine oder andere Walze herum bewegen. Doch diese ganze Vorrichtung dient nur vorzüglich dazu: schief gewichene Mauern — mittelst des Strebebalkens und einer oben an denselben oder an mehrere solche Streben angebrachte Queerbalken, die längs der Mauer liegen — wieder in die verticale Richtung zu bringen.

§. 39. Lasten können auch zuweilen mit dem Druckhebel Fig. 42. Tab. 89. aufgehoben oder fortgezogen werden. Man sieht sogleich aus der angezogenen Figur, dafs der Hebel *a b* die zwo Druckhaken *g* und *p* niederdrucken und das gekerbte Rad *c d*, folglich auch die Zugwelle *h* herumbewegen, auf welche letztere sich das an die zu hebende Last *l* festgemachte Seil *p* aufwickelt. Wie die eisernen Kerben *e e* des Rades und die darüber zu legende Platten *f f* beschaffen seyn müssen ist gleichfalls aus der Figur ersichtlich. Diese Maschine wird an zweyen in die Erde gerammten Pfählen *i* festgebunden und von zweyen oder mehreren die Stangen *h* herunterziehenden Arbeitern in Bewegung gesetzt und erhalten.

§. 40. *Was die Fortbringung oder die Transportation der schweren Werkstücke anbetrift*, so ist es leicht zu begreifen: daſs die in dem §. 17. 25. 27. 28. 36. und die mehresten hier beschriebenen Hebmaschinen, so wie die Schrauben und Flaschenzüge auch dazu dienen. Ich werde mich daher über dieselbe kurz fassen können.

§. 41. Zu den gewöhnlichsten dieser Maschinen, gehören die Steinwagen Fig. 34, 35, 36 und 37. Tab. 84.; an welchen die Hinterräder fünf Schuh im Durchmesser haben und die Perronet beym Brückenbau zu Neuilly gebrauchte. Eine andere Art Steinwagen ist in Fig. 10, 13 und 14. dargestellt, dessen Vorderräder Fig. 12. drey und dessen Hinterräder Fig. 11. sechs Schuh zwey Zoll im Durchmesser haben. Dieser Wagen dient zur Transportation langer Steine, so wie der in Fig. 9. dargestellte zu kurzen Steinen.

An der Stelle der Räder kann man sich auch der Walzen bedienen, und es heiſst alsdann der Wagen ein *Rollwagen.*

Smeaton hat sich eines solchen (3. B. S. 333.) Fig. 7. 8. 9. 10. Tab. 54. zur Transportation der Werkstücke zum Thurm auf Edystone bedient. Auf den Bauplätzen und kurzen Distanzen ist der Rollwagen auch sehr vortheilhaft!

§. 42. Bey der Fortbewegung schwerer Massen kommt es vorzüglich darauf an, daſs man die Reibung auf ihre Unterlage zu vermindern sucht. Diese Absicht wird zum besten erreicht, wenn das Unterlager aus Walzen oder Kugeln besteht. Die Fortbewegung auf Walzen hat jedoch die Schwierigkeit: daſs sich dieselben — obgleich die feste Fläche, worauf sie gelegt werden, eben ist — fast immer verschieben und daher eine Ungleichförmigkeit in dem Zuge des fortzuziehenden Körpers entsteht, das heiſst, die unter das Werkstück gelegten Walzen bleiben selten parallel. Man kann sich daher derselben bey der Transportation überaus schwerer Lasten nicht mit Vortheil bedienen. Weit besser ist es daher, wenn dieselben auf Kugeln gelegt werden, welche jedoch in einem Gerinne eingeschlossen

seyn müssen; damit der Zug gleichförmig geschehe und die Kugel unter der Last nicht weggleite.

§. 43. Der in Gerinnen gelegten Kugeln und der mittelst einer Erdwinde in Bewegung gesetzten Flaschenzüge hat sich der Graf Carbure zur Transportation des Felsens, worauf die Statue von Peter dem Grofsen in Petersburg steht, bedient: Er hat dieses merkwürdige Verfahren in einem Werke, «Relation des travaux et des moyens mechaniques pour transporter à Petersbourg un rocher de trois millions pésant, destiné à servir de base à la statue equestre etc.» beschrieben.

§. 44. Nachdem man zwanzig Werste von Petersburg ein 27 Fufs breites, 21 Fufs hohes und 24 Fufs langes Felsstück (Fig. 29. Tab 84.) in einem Sumpfe versenkt gefunden hatte, so wurde beschlossen: dasselbe zum Piedestal zu dieser Statue nach Petersburg zu führen. Da es dreyfsigtausend Centner schwer war, so mufste dessen Transportation, auf diese Entfernung, allerdings ein wichtiges und grofses Unternehmen seyn. Es hatte das Besondere, dafs gerade mit der beschwerlichsten Operation der Anfang gemacht werden mufste; nämlich mit der Aushebung des Felsens aus dem Sumpfe, worin er versenkt war. Zuerst wurde derselbe rund herum auf 14 Klafter Abstand von Erde entblöfst; und von dieser Grube an, wurde eine 100 Klafter breite schräge Fläche ausgehoben. Um diesen Stein aus der Vertiefung herausbringen zu können, war es nothwendig, ihn auf ein festes Unterlager zu legen, folglich ihn umzuwälzen. Es wurde daher für dasselbe ein Pfahl- und Schwellrost gemacht, worin die Grundpfähle auf 2 Fufs Abstand zu stehen kamen. Man gab ihm eine Breite von 24 und eine Länge von 44 Schuh. Auf der entgegengesetzten Seite mufste also der Stein gehoben werden; folglich gleichfalls einen sichern Boden haben. Zu diesem Ende ward nahe an demselben, jedoch da, wo seine gröfste Stärke statt fand, ein nach einer krummen Linie gebogener Pfahl- und Schwellrost, von gleicher Gröfse mit dem ersten, errichtet.

Jetzt wurden in den Felsen oben bey *g* Fig. 29. vier $1\frac{1}{2}$ Zoll starke eiserne Ringe eingelassen und eben so viel Flaschenzüge, wovon jeder Kloben drey Rollen hatte und zu dem das Zugseil 2 Zoll dick war, mit vier Erdwinden in Verbindung gebracht.

§. 45. Vorher, ehe diese Flaschenzüge gebraucht wurden, legte man auf den bogenförmigen erwähnten Rost 12 Hebel von 55 Fuſs Länge, wovon jeder aus drey Mastbäumen zusammengesetzt war, welche an 6 Stellen mit 10 Thauwindungen, die eine Länge von 6 Schuh ausmachten, an einander gezogen und befestigt wurden. Jeder dieser Mastbäume war am Ende bis 18 und an der Spitze bis 12 Zoll dick, da, wo ein solcher Hebel unter den Felsen gebracht wurde, lagen je zwo auf einen Schuh Abstand, an ihrer Spitze aber betrug derselbe 8 Fuſs. Diese war gleichfalls mit einem Thau umwunden (Fig. 30.). An solchen Hebel ward ein Klobe *g* befestigt, welcher mit einem andern *b* in Verbindung gesetzt wurde. Dieser war an einem pyramydalischen Zuggerüste Fig. 24. und 30., welches aus drey Scheeren bestand, die oben zusammenliefen, befestigt. Sollten nun diese 12 Hebel, welche eben so viele pyramydalische Zuggerüste hatten, unter den Felsen gebracht werden, so wurden sie mittelst eines Seiles und der Rolle *h*, die in der Spitze des Gerüstes hieng, in die Höhe gezogen. Das kurze Hebelende, welches auf horizontal aufeinander gelegte Balken ruhte, war 2 Fuſs lang und das andere Ende 53 Schuh. Um den Stein zu heben, so wurden an jeder Winde *a* Fig. 30. drey Mann angestellt, welche mittelst des Flaschenzuges den Hebel *f* hinabzogen.

Damit aber diese Zuggerüste sich nicht senken und verrücken konnten, so wurden sie auf einen liegenden Rost und auf ein einige Schuh breites Holzgerüste, welche, je nachdem der Stein höher aufgewuchtet ward, erhöht wurden, gestellt.

In den Grund rammte man Pfähle nach schiefer Richtung ein, von denen nach den Schwellen des Zuggerüstes Seile liefen, mittelst welchen dieselben festgehalten wurden. Zu gleicher Zeit

setzten auf der andern Seite des Felsens 144 Mann vier Erdwinden in Bewegung: und so hob man den Stein bey jeder Wuchtoperation $\frac{3}{4}$ Schuh hoch. Als derselbe nun fast zum umkippen gebracht war, wurden noch andere 6 Erdwinden, mit den ersten diametralment, angebracht.

§. 46. Wenn man den Felsen gleich anfangs auf den Rost hätte werfen wollen, so würde er diesen mittelst seines Falles und der damit verbundenen Erschütterung in den Boden gedruckt haben; es ward daher ein 6 Schuh dickes Moos- und Heulager auf den Rost gelegt und darauf wurde der Felsen hinabgelassen. Nach vier Tagen war dieses Lager bis auf 4 Zoll zusammengedrückt und diese Masse so fest, dafs auf 20 Schritte eine Flintenkugel nicht eindringen konnte. Auf dieses Lager blieb der Stein den Sommer über liegen, und erst als die Erde vier Schuh tief gefroren war, wurde zur Transportation desselben geschritten, nachdem vorher eine 100 Klafter breite Strafse bis zum Neva Flusse, auf eine Länge von $\frac{3}{4}$ Meilen, geebnet war. Zur Unterlage des Felsens hatte Carburi vier Laufrinnen *l* und *k* und *i* und *h* Fig. 28. und 29. bestimmt. Die erstern hatten eine Länge von 33', eine Breite von 14" und eine Höhe von 14". Inwendig wurde in denselben ein 2 Zoll dickes Lager von Metall gelegt, welches convexe Seiten hatte, um die Reibung der Kugeln zu verringern, die übrigens auf den Boden dieser Rinne aufdruckten. Der obere Theil bestand aus zwey ähnlichen, mit einer metallenen Rinne versehenen Balken *hi*, die, mittelst vier Queerbalken Fig. 28. von 14 Fufs lang und 12" im Viereck, in Verbindung gebracht waren. Jeder obere ausgehöhlte Balken *h* und *i* war 42' lang, 18 Zoll breit und 16" hoch. Beyde Rinnen, die obern und untern, waren mit eisernen Schienen an den Seiten beschlagen und hatten an dem einen Ende Oehsen oder Ringe und an dem andern Haken, welche in die Ringe der anstofsenden Rinne einhakten, wie diefs an einer solchen perspectivisch gezeichneten Rinne *km* Fig. 28. zu sehen ist. Die obern zwo Gerinnen *h* und *i*, auf denen die Last unmittelbar

ruhte, waren auf $8\frac{1}{2}$ Schuh Abstand mittelst Queerhölzer und dann noch zwischen je zwey Hölzer, mittelst eisernen drey Zoll dicken Stangen verbunden; welche letztere sich in Schrauben endigten, die in beyden Rinnen eingiengen. Auch die Queerhölzer waren mit den zwo Rinnen mittelst eisernen Schrauben aneinander befestigt.

Die Kugeln, welche in der untern Laufrinne gelegt wurden, waren nur 5 Zoll im Durchmesser und auf zwey Schuh Abstand wurden sie gelegt. Anfänglich hatte man sie von Eisen gegossen, dann davon geschmiedet, aber sie wurden zerquetscht. Als sie aber aus gelbem Kupfer, Zinn und Galmey gegossen worden, widerstanden sie dem Drucke der ungeheuren Last vollkommen.

§. 47. Alle diese Maafsregeln würden aber vergeblich gewesen seyn, wenn nicht eine Vorrichtung ersonnen worden wäre, womit der Fels nach jeder beliebigen Richtung gedreht werden konnte, denn eines Theils hatten die zu dessen Fortbringung gebahnten Strafsen mehrere Wendungen und andern Theils mufste man ihn gleich, als er von dem Moosbett geschafft werden sollte, drehen, um ihn mittelst den vorherbeschriebenen Rinnen fortschieben zu können. Zu diesem Behuf wurden zwo zirkelförmige Rinnen Fig. 26., die zwischen sich die Metallkugeln aufnahmen, verfertigt; und auf das gleich anfänglich beschriebene Rostwerk gebracht. Jetzt wurde der Stein mit zwölf $3\frac{1}{2}$ Zoll dicken eisernen flachen Schrauben Fig. 27., deren Schraubenmutter aus Kupfer verfertigt waren, weil mit den eisernen schlechterdings die Last nicht gehoben werden konnte, aufgewunden. War dann dieser Kranz unter dem Felsen geschoben, so wurden die geraden Rinnen auf dem Wege, den er nehmen sollte, gelegt.

Nacher ward der auf die runden Kränze ruhende Stein mittelst zwo Erdwinden *ab* Fig. 25, und den Flaschenzügen, die an schräg eingerammten Pfählen *ce* befestigt waren, gedreht und die geraden Rinnen daruntergeschoben. Man liefs die zwölf

Schrauben nach und der Fels senkte sich darauf nieder. Da derselbe aber eine sehr unregelmäſsige Form hatte, so stand zu befürchten, daſs er auf einer schiefablaufenden Stelle kippen werde. Es wurden daher in demselben und auf den Rinnen jedesmahl zwo Streben *f* Fig. 29. angebracht.

§. 48. Oefters waren zum Fortziehen sechs, vier, ja zwey Erdwinden hinreichend und da an jeder 32 Mann zogen (die Zugseile waren $1\frac{1}{2}$ Zoll dick) so zeigt es sich, daſs ein Mann auf einem horizontalen Boden 940 Centner bey dieser Vorrichtung fortzog. Täglich wurde der Fels 80 bis 200 Klafter weit gerollt. Zuweilen glitt er auf einem abhängigen Weg vermöge seiner eigenen Last herab. Ja auf starken Abhängen muſste er mit Erdwinden und Flaschenzügen gehalten werden. Damit aber die Metallkugeln immer in Bewegung blieben, so setzten sich auf jede Seite des Felsens (auf Matten) sieben Arbeiter, die mit eisernen Stäben an die Kugeln anstieſsen Fig. 29.

§. 49. Während der Felsen so fortgerollt wurde, arbeiteten darauf dreyſsig Steinhauer, um ihm die unnöthigen Ecken zu benehmen. Auch stand beständig eine Schmiede darauf, um die Utensilien auszubessern. Endlich wurde ein groſser Schlitten nachgeschleift, worauf eine Bauhütte *x* stand, die die Geräthschaften aller Art aufnahm. Oben auf den Felsen hatte aber Carburi Tambours gestellt, welche mit der Trommel angaben, wie und auf welche Weise an den Erdwinden gezogen werden muſste.

§. 50. In der Zeit, als diese Transportation bewerkstelliget wurde, hatte Carburi an der Neva, da, wo der Fels auf eine 124 Schuh lange, 66 Fuſs breite und 17 Fuſs hohe Barke gebracht und auf den Fluſs nach Petersburg geführt werden sollte, ein Höft anlegen lassen, welches aus Stutzpfählen und horizontalliegenden Balken bestand. An dieses legten die Commissarien der Admiralität, welche den Transport zu Wasser übernommen hatte, die Barke und lieſsen dieselbe voll Wasser, so daſs sie sich bis auf den festen Grund, der vorher dazu geebnet

war, eintauchte, weil sie sonst nothwendig nach derjenigen Seite hätte tief hinabsenken müssen, worauf der Fels zuerst aufgerollt wurde, d. i. nach der Landseite. In der Mitte der Barke war ein aus Balkenlagen gelegtes Gerüste (Stuhlgerüste) bis zu derjenigen Höhe gemacht, welche der Höhe des Höftes gleich war. Hierauf wurde der Fels von einem auf der Neva festliegenden Schiffe ab, mittelst Flaschen um so leichter gezogen, da man dem Höfte eine Neigung nach der Neva zu gegeben hätte.

So wie der Fels auf die Barke und zwar auf das Kugelgerinne lag, wurde aus derselben das Wasser ausgepumpt. Kaum aber war dieses Auspumpen bewerkstelligt, so bog sich der Boden und die Seitenwände so sehr, daſs man alle Augenblick den Bruch der Barke befürchten muſste. Jetzt ward daher Carburi wieder zu Hülfe gerufen! Er lieſs dieselbe gleich voll Wasser laufen, sie bog sich wieder nach der alten Form und nun wurde der Fels mit 26 Streben, von denen zweye selbst bis zu den untern Ecken der Seitenwände von der Barke liefen, dergestalt unterstützt, so daſs dessen Last auf den gesammten Boden der Barke vertheilt ward. Diese wurde dann mittelst Pumpen vom Wasser befreyt, vom Lande abgezogen und zwischen zwey Schiffe gestellt; über welche und der Barke 12 Mastbäume, nämlich je sechs zusammengebunden, d. i. zweye der Länge und dreye der Dicke nach gelegt und befestigt wurden. Diese Einrichtung war um so nothwendiger, damit die Barke nicht zu tief eintauchen konnte. Man hatte sie daher auch nicht gänzlich vom Wasser geleert, so lange sie mit den zwo Schiffen verbunden war, sondern erst nachher. Auf diese Weise ward sie von zwo Schiffen so getragen, wie die Kameele die groſsen Schiffe über den Pampus nach Amsterdam flott halten. 2. B. S. 354.

§. 51. Um den Fels in Petersburg an das Ufer zu bringen, war vor diesem bis zu derjenigen Tiefe, zu welcher die Barke eintauchte, und auf ihrer ganzen Breite ein Pfahlrost eingerammt.

Beyde Schiffe wurden von der Barke abgezogen, und nachdem man diese letztere auf den Pfahlrost bis dicht an den Kay geschoben hatte, so wurde gegen ihre Mitte abermahls ein Schiff gestellt, über die Barke und das Schiff zwey Reihen Mastbäume sowohl an beyden Seiten des Felsens als auch auf den Kay befestigt. Auch auf den Enden der Barke und dem Kay wurden zwey andere Mastbäume festgemacht. Diese Vorsicht war deswegen nothwendig, damit sich die eine Hälfte der Barke nicht in die Höhe biegen konnte, wenn über die andere der Fels fortgerollt wurde. Zu dem Ende waren immer je drey Mastbäume mit Seilumwindungen umbunden. Sobald nun die vorerwähnte Stützen, welche an den Felsen und auf dem Boden der Barke stemmten, weggenommen waren; wurden vier Flaschenzüge mittelst 4 Erdwinden angezogen. Da aber die Lauferinnen, worauf der Fels stand bis auf den Kay etwas schräg lagen, so rollte der Fels so leicht hin, dafs die an den Erdwinden ziehenden 144 Arbeiter zu Boden fielen, indem sie glaubten mit aller Anstrengung ziehn zu müssen. Die Besorgnifs dafs die Barke sich auf der einen Seite heben würde war nur zu gegründet, denn es brachen sechs einzelne Mastbäume, welche, wie gesagt dazu bestimmt waren, sie niederzuhalten. Ja die Balken, woraus die Barke zusammengesetzt war, bogen sich.

§. 52. Wer hätte nach dieser wirklich grofsen trefflichen und glücklich ausgeführten Unternehmung nicht vermuthen sollen, dafs Carburi eine ausgezeichnete Belohnung erhalten würde!

Während der ganzen Unternehmung hatte man ihn aber zu kränken gesucht, ja er beklagt sich in seiner Schrift sehr bitter über seine unwissende Neider. Er beschliefst diese Klage mit folgenden Worten: «Si je suis entré dans ces details, c'est que j'ai cru, qu'il n'etait pas inutile de montrer, qu'il fallait joindre, pour des entreprises de cette nature, à quelque génie, une santé forte, la plus grande activité, assez de force dans l'ame,

pour ne pas se laisser abattre par les contretems, qui arrivent et par les manoeuvrés et les crès percans de l'envie.» (*)

§. 53. Endlich mufs ich noch die Methode anführen, wie man grofse Lasten, welche als Thore vor eine Oeffnung im Wasser zu setzen, und herunter zu lassen sind, transportirt werden. In Copenhagen bedient man sich nämlich zur Zusetzung der Schiffsdocke eines im hintern Raum mit Steinen, zum Gleichgewicht dienend, gefüllten Pontons *d*, Fig. 21. Tab. 84. Das Thor hängt an die Flaschenzüge *a b c*, mittelst welchen und den drey Winden *e f g* dasselbe auf- und niedergezogen werden kann.

§. 54. *III. Der Methoden, Pfähle unter Wasser absägen*, sind mancherley, indessen verdienen die zu diesen Behuf dienenden einfachen Maschinerien vor den zusammengesetzten den Vorzug. Zu diesen kann diejenige Einrichtung gezählt werden, welche beym Bau der Brücke zu Saumur angewendet wurde und die Patté in seinen trefflichen Memoires sur les objets les plus importans de l'architecture p. 236 beschrieben hat.

§. 55. Eine einfache, aber schwerlich auf grofse Tiefen zu gebrauchende Säge hat Belidor in seiner Wasserbaukunst 2. Theil §. 1183. beschrieben und in Zeichnungen figürlich dargestellt.

§. 56. Im Jahr 1765 machte der Bauadjutant Richter eine neue Methode unter Wasser zu bauen bekannt und inventirte eine Säge, die man aus dessen in Berlin bey Birnstiel herausgegebenen Schrift kennen lernen kann, die aber in der Ausführung nicht bequem zu seyn scheint.

(*) Wiewohl man mit Hülfe des hier Vorgetragenen auch Statuen und Obelisken wird errichten können, so rathe ich demjenigen, welcher in den Fall kömmt dergleichen Unternehmungen practisch zu leiten folgendes Werk zu lesen: Castelli e Ponti di Maestro Niccola Zabaglia etc. in Roma 1743. darin wird gezeigt, wie Zabaglia und Fontana den vor dem Vatican stehenden Obelisk und einige Statuen aufgerichtet haben.

§. 57. Die einfachste Art die Pfähle bis acht Schuh unter Wasser abzusägen, besteht in folgender: Es wird nämlich Fig. 15. Tab. 89. ein 6 bis 8 Schuh langes aber etwas steiferes Sägeblatt *a b*, als die gewöhnlichen Holzsägen genommen und flach gelegt. An dasselbe werden Seile *a c* und *b d* gebunden, wovon jedes über zwey Rollen 1 *c* und 2 *d* läuft. Die zwey Rollen 1 und 2 sind in den Hängesäule 2 *e* und 1 *f*, des schwimmenden Flofses *g h*, welches an einigen eingerammten Pfählen oder auf einem liegenden Prahm befestigt ist, fest gemacht, und die andern Rollen *c d* sind in den Flofsbäumen selbst. Diese Säge wird nun von zwey oder vier auf dem Flofse stehende Arbeitern mittelst den Seile *b d* und *a c* hin und hergezogen. Dieses Flofs mufs aber nicht nur stets gegen die abzuschneidende Pfahlreihe mit Seilen oder Stangen angeholt oder gedruckt werden und zwar nach Maafsgabe der Schnitt fortrückt, sondern es hängt auch ein Holz *i*, welches in *k* eine Rolle hat und längs welchen die Säge läuft herab, dafs zugleich die Säge an den vor ihr stehenden Pfahl *l m* angedrückt und das Schwanken sowohl als das Biegen der Säge verhindert. Zur Anpressung der Säge könnte auch die Hängesäule zwischen zwey liegenden Schwellen auf einen Nagel ruhen, um sie auf das Flofs oben über zu biegen, welches Ueberbiegen mittelst ein Seil zu bewerkstelligen ist. Hierdurch würde das Vorrücken des Flofses während dem Sägen erspart werden.

§. 58. Jene Vorrichtung ist in der praktischen Anweisung zur Wasserbaukunst 1te Heft beschrieben, und es wird S. 60. bemerkt, dafs vier Mann in 20 Minuten einen 12 Zoll dicken Pfahl mit dieser Säge abgeschnitten haben.

§. 59. Um der Säge aber mehr Steiffigkeit zu geben und sie zugleich seitwärts zu drücken, kann man sich statt der zwo Zugseile auch der Stofsstangen bedienen, und von da, wo dieselben an die Säge angebracht sind, auf das Flofs hinauf zwey oder vier Hängesäulen gehn lassen, die mit einem pyramydenförmigen Scheerengestelle in Verbindung gesetzt werden, welches das Gleichgewicht erhält. Eine ähnliche Einrichtung ist von dem

Herrn Kammerrath Ludwig in Aschaffenburg in einer Schrift beschrieben, die in meiner Bibliothek jetzt fehlt.

§. 60. Zur Absägung eines einzelnen Pfahls, welches auch wohl immer sicherer als das einer ganzen Pfahlreihe ist, dienet diejenige Maschinerie, welche beym Bau der Blackfriars- und Westmünster-Brücke zu London Fig. 15. 16. und 60. Tab. 84. gebraucht wurde. Diese Einrichtung besteht aus dem von Eisen gemachten Sperrwerke, welches sich an den Pfahl anschliefst, und das die zwo Walzen *a* und das Sägegatter trägt. Das Ganze hängt aber an einem Scheerentakel, dessen Scheeren auf ein Flöfs errichtet sind. Die Säge mit ihren Rahmen wird von dem eisernen Sperrwerke 2 u. s. w. an den Pfahl angedruckt und von zwey oder vier Mann an Seilen, die über zwo Walzen *a* 5 laufen hin und her gezogen. Die vier Rahmstangen der Säge laufen längs Walzen, um die Reibung der Maschine zu vermindern.

Das Uebrige dieser Einrichtung läfst sich aus den citirten Figuren abnehmen. Der Erfinder Etheridge will mit einer solchen Säge (10 Schuh unterm Wasser) einen 14 Zoll starken Pfahl in $1\frac{1}{2}$ Minuten abgeschnitten haben, welches man schwerlich mit einer Vorrichtung, die sich um den Pfahl in der Runde bewegt und den Fafsbödensägen bey den Salzwerken ähnlich ist; in kürzerer Zeit bewerkstelligen wird.

§. 61. *IV. Die Maschinen und Werkzeuge, welche gebraucht werden, um den Grund unterm Wasser zu ebnen;* damit auf den geebneten Boden ein Bauwerk errichtet werden könne, begreifen zugleich diejenigen Maschinen, womit man den Schlamm, die Steine und den Sand, von dem Bette stehender und fliefsender Gewässer auffördert: folglich kann man dazu die *Steinklaue*, die *Steinzange*, die *Schraube* und die *Baggermaschinen* aller Art zählen. Da aber dieselben mehr für die Lehre von der Schiffbarmachung der Flüsse und Anlegung, so wie der Erhaltung der Canäle, d. i. für den 2ten Abschnitt der achten Abtheilung, mithin für eine in dem folgenden Bande vorkommende Abtheilung der Wasserbaukunst, geeignet sind, so werde ich hier nur die-

jenigen zur Ebnung des Grundes durch den Gebrauch bewährt gefundenen Methoden erklären, welche in den zu diesem Bande gehörigen Kupfern dargestellt sind, um nicht viele Figuren desselben ohne Erläuterung zu lassen.

§. 62. Das einfachste und sicherste Verfahren den Grund unter Wasser zu ebnen, ist das beym Bau der Schiffsdocke zu Toulon angewendete, wobey der Schlag - Klotz auf einen durch eine hölzerne Röhre gehenden Untersatz oder Knecht herabfiel, und das im 3ten Bande S. 187 beschrieben ist. Auf eine ähnliche Art hat man mittelst eines an einen hölzernen Stiel, der oben Handhaben *d e* (Fig. xx^b. Tab. 83.) hatte, befestigten platten Steines den Grund *i* bey dem grofsen Fangedamme zu Carlscrona festgestampft. Der verticale Stiel *a b* machte also die Rinne wodurch sonst der Schlagklotz und der Knecht geht entbehrlich. Indessen konnte auf diese Weise keine sehr schwere Last zum Stampfen gebraucht werden, wiewohl auch noch an zwey Seilen gezogen ward, wie die Figur zeigt.

§. 63. Bey dem Bau der Brücke zu Moulines über den Allier Flufs bediente sich Régémortes folgender Maschine die auf Tab. 82. (la maschine à regaler) im Grund - und Aufrifs dargestellt ist. Sie bestand aus einer flachen Ponton, worauf zuerst die mit den Rahmhölzern *cc* in Verbindung gebrachten vier Schwellhölzer *a a* gelegt, welche durch zwey Traghölzer *b b*, mittelst Schrauben, auf den bestimmten Abstand, in welchen sich der Ständer oder verticale Träger *dd* bewegen konnten, gehalten wurden. Auf jedem Rande des Pontons war noch ein anderes Holz *e* gelegt, worauf die Schrauben *ff* standen, die durch das Holzstück *g* giengen, worinn sich die Schraubenmutter befindet. Dieselbe berührte den Stahmriegel *h h* welcher mittelst der Schraube *i* auf die verticalen Hölzer befestigt war. Diese letzteren trugen eine grofse unterhalb stark mit Eisen beschlagene Planke *k*. An den Ringen *m* war ein Seil befestigt, welches um eine auf das Ufer horizontalliegende Winde lief. Diese Einrichtung war an beyden Seiten der Maschine wie der Grundrifs zeigt, dieselbe.

Die verticalen Träger *d d* waren in Linien eingetheilt, damit man sehen konnte, ob die so genannten *Schaufel k l* mittelst den Schrauben *f f* horizontal gestellt waren. Nun wurden diese zwo Schaufel und Bretter etwas in den Sand heruntergelassen und die Maschine ward mittelst der Winde nach dem einen Ufer zugezogen. Sie schob daher den Sand vor sich hin und preſste ihn gleichförmig. Dieses Manövre wurde dann nach dem andern Ufer zu wiederhohlt, bis der Boden geebnet war. Der Sand, welcher sich in der Mitte des zu ebnenden mit Fangedämmen umschlossenen Bezirkes aufhäufte, wurde mit einer Baggermaschine, die ich jetzt beschreiben will, aufgefördert.

§. 64. Diese von dem Herrn Delons angegebene Baggermaschine Tab. 82. (la Maschine à draguer) besteht, wie wir sehen, aus zwey Walzen *a a*, einer Kette ohne Ende, woran die äusseren Schöpfbutten befestigt sind, und sich um eine sechseckige Welle *d* Fig. 3., welche mittelst eines Triebes und gezahnten Rades in Bewegung gesetzt wird, herumbewegen, und alsdann den geschöpften Schlamm oder Sand ausgieſsen, wie dieses die perspectivische Ansicht zeigt. Wenn sich aber Steine im Grunde fanden, so wurden statt der Butten eiserne Krampen, Fig. 4. an die Kette, mittelst der Vorrichtung *e* Fig. 6. angebracht. Ein solcher Krampen ist von vorne Fig. 4. *b* und von der Seite in *a* dargestellt. Da diese Maschine zwischen vier eisernen Hengsäulen *n n* befestigt ist, worinn Löcher gebohret sind, so kann man sie mit den darinn gesteckten Nägeln hoch und niedrig stellen. Der Schlamm wird von einer beweglichen schiefen Fläche *g*, aufgefangen, die man mittelst der Handhabe *h* auf die Seite schiebt, sobald die leere Schöpfbutte sich herabsenken soll. Die Schacken der Kette ohne Ende sind in Fig. 6. *a b* dargestellt. Einige von denselben (Fig. 5. *a b*) sind zum herausnehmen eingerichtet um die Kette kürzer zu machen. Besser würde es zum längen und verkürzen der Kette seyn, eine solche Stellvorrichtung zu machen, wie bey dem Schaufelwerke §. 14. 3ten Abthl. 6. Abschnitt ange-

geben ist; wodurch sich die obere Welle höher und niedriger stellen liefse.

§. 65. Zur Ebenung des Grundes hat man sich auch beym Bau der Schleuse zu Dieppe eines Flofses bedient. Ausser der Anfüllung der tiefen Stellen, worauf die Spühlschleuse erbauet ist, ward nämlich der übrige Grund mit einem an ein Flofs Fig. 28. bis 33. Tab. 79. befestigter Balkenwagen, geebnet und comprimirt, indem er mittelst Rollen, Winden und Zugseilen, die in den citirten Figuren angedeutet sind, hin und her über den Grund geschleppt wurde.

Diese Grundebenung steht aber der bey der Docke von Toulon ausgeübten weit nach. Ja, der bald erfolgte Einsturz der Schleuse zu Dieppe hat zur Genüge bewiesen, dafs die Fundirung zu leicht bewerkstelliget sey.

§. 66. Statt der Ebnung eines weichen Grundes und dessen Zusammenpressung ist es daher nothwendig: diesen Grund auszuheben und ein Lager von Mauerschutt auf Sinkstücken mit Rammklötzen, welche durch Röhren gehen, fest zu stampfen. Hierauf wird man eher mit Sicherheit Bauwerke aufführen können, als auf einen blos geebneten und etwas zusammengeprefsten Grunde. Aber zur Lagerung der Sinkstücke kann man eine solche Grundebenung vornehmen, um denselben eine gleiche Dicke zu geben. Auch da, wo der Grund zwischen Grundpfählen geebnet werden mufs, kann dieselbe von Nutzen seyn.

SIEBENTE ABTHEILUNG

DER

WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

SCHLEUSENBAU.

Einleitung.

§. 1. Wenn man erwägt, daſs die Schleusen nicht blos bey Canälen, sondern auch in Häfen und bey mehreren andern Wasserbau-Unternehmungen vorkommen: so ist es einleuchtend, daſs dieselben nicht zum Canalbau gezählt werden können. Betrachtet man überdies die mancherley speziellen Kenntnisse, welche ihr Bau erfordert: so entsteht die Ueberzeugung, daſs die Lehre vom Schleusenbau eine abgesonderte Abtheilung der Wasserbaukunst ausmachen müsse. Bey keinem Bauwerke kömmt es auch mehr auf einen guten Grundbau und auf die Sicherstellung gegen das Eindringen des Wassers; so wie auf die Kenntniſs der Baumaterialien, an, als bey Schleusen. Ich werde mich daher in dieser Abtheilung über beydes verbreiten.

ERSTER ABSCHNITT.

VON DER GUTEN BESCHAFFENHEIT UND ANWENDUNG DER BAUMATERIALIEN ZU WASSERBAUWERKEN ALLER ART.

§. 2. Die vollständige Kenntnifs der mehresten Baumaterialien wird sich aus Mangel hinreichenden chemischen Untersuchungen noch lange nur a posteriori, das ist aus den vorhandenen Bauwerke, erlangen lassen, denn die gewöhnlichen Kennzeichen guter Baumaterialien sind nicht allemahl untrüglich, wenn sie gleich in den mehresten Fällen hinreichen. Vorzüglich mufs der Wasserbaukundige sich überall in dem Staate, worin er bauen soll, nach den Baumaterialien umsehen; er hat die Dauer der aufgeführten Werke zu erforschen und Erkundigung einzuziehen: woher ihre Bestandtheile genommen wurden. So fand ich bey der Localuntersuchung des Marchflusses, die ich anstellte, um darauf die Vorschläge zur bessern Leitung und Schiffbarmachung dieses Flusses zu gründen: dafs man sich zu den Mühlwehren des bey dem Dorfe Chorowitz gebrannten Kalkes bediente und der aus der Hälfte dieses Kalkes und der Hälfte Sand bestehenden Mörtels in wenig Tagen im Wasser erhärte, ja dem Trafs und Pozzolanmörtel wenig an Güte nachsteht. Wäre dieser Kalk in Wien vor zehn Jahren bekannt gewesen: so würden nicht nur grofse Summen, die man jetzt auf die Verfertigung des Ziegelmehls und des Oehlküttes verwendet, erspart, sondern auch viele Anlagen dauerhafter erbaut worden seyn.

Jedes Baudepartement oder jede Baudirection sollte daher eine Sammlung derer im Lande befindlichen Baumaterialien; eine Analyse ihrer Beschaffenheit; und Nachrichten über ihre Dauer, vor sich haben. Der vortreffliche Perronet hat eine solche Sammlung von Bausteinen aus den besten Brüchen Frankreichs gemacht, wovon jeder Würfel 27 Cubikzoll grofs ist, die ich in Paris bey dem würdigen Inspector der Schule des Brücken- und Wegebaues H. le Sage gesehn habe. In Preus-

sen hat das Oberbaudepartement schon allein durch den Eifer, womit es die Baumaterialien in den Provinzen untersuchte, sich um das Preussische Bauwesen grofse Verdienste erworben. Warlich! ein Cabinet, welches die besten in einem Lande vorfindlichen Baumaterialien aller Art, Versuche und Nachrichten von ihren Bestandtheilen, Mischungen von ihrer Stärke und Dauer enthielte, wäre nützlicher als manches von Edelsteinen, das jährlich ungeheure Intressen frifst.

I. *Von den natürlichen Bausteinen.*

§. 3. Die Bausteine sind entweder natürliche oder künstliche; ich will zuförderst von jenen handeln. Ihre Güte hängt von dem Grad der Härte und davon ab, dafs sich in ihren Poros nicht viele Feuchtigkeit ansetzt, welche des Winters zu Eis friert und dann die Steine sprengt.

§. 4. Der natürlichen Bausteine giebt es in Hinsicht ihrer Lage dreyerley; entweder liegen sie in Schichten, in einzelnen Steinen, oder der Steinbruch macht grofse Steinmassen aus.

Die erstern dienen vorzüglich zu Werkstücken oder Quadern und sind Sandsteine (145 bis 183 Pfund der franz. Cubikschuh schwer); Marmor (160 bis 200 Pf.); Thonschiefer oder Thonsteine (150 bis 200 Pf.); Granite (180 bis 200 Pf.), die aus Glimmer, Feldspath und Quarz bestehen. Die Werkstücke werden wo möglich so gelegt, wie sie im Bruche liegen, nämlich die Seiten, welche der Luft mehr als die andern ausgesetzt waren, in der vordern Wand eines Bauwerkes und die untern Flächen wieder unten u. s. w. Gebraucht werden sie vorzüglich zu den Schleusenwänden, den Kays, Schiffsdocken und Brücken: nämlich zu den äussern Verkleidungen, den Gewölbsteinen und dem Boden, weil es weniger Arbeit kostet, um sie regelmäfsig zu behauen, als die irregulairen Bruchsteine. Ehe sie gebraucht werden, mufs man sie jedoch von den unreifen oder bröckligten Schaalen und von Moos befreyen, weil dieses den Mörtel nicht annimmt.

Die zweyte Gattung Steine sind mehrentheils Kiesel (170 bis 185 Pf.) und Basalte (162 bis 200 Pf.); Wacken und Feldsteine (180 bis 195 Pf.); Feuersteine (150 bis 180 Pf.); Laven- und Tufsteine. Diese Steine werden im Innern der Gemäuern gebraucht und nur dann zu den äussern Wänden, wenn es bey diesen nicht auf ein schönes oder nettes Ansehen kömmt.

Die dritte Gattung sind die sogenannten *Bruchsteine*, welche im Bruche aus ganzen Steinmassen: entweder mit Pulver oder mit dem Hammer, Bohrer und Brecheisen gesprengt werden und irregulaire Formen erhalten. Sie bestehn aus Marmor oder Kalksteinen aller Art; aus Granite, Porphyre (180 bis 190 Pf.); Basalte, Wacken, Feuersteine, Sandsteine, Thonsteine; Laven und Tufsteine. Sie werden zum Innern und Aeussern der Mauern, je nachdem die Mauer ein gutes und schönes Ansehen erhalten soll oder nicht, verwendet.

Zu denjenigen Mauern, welche stets dem Wasser blos gestellt sind, nehme man jedoch wo möglich Granite, Basalte und Wacken, oder Marmor. Des letztern nur da, woselbst der Pfahlwurm nicht ist: denn derselbe dringt in den Kalkstein, wie dessen die Docke von Plymouth ein Beweis ist. Zum innern Baukörper kann man aber alle dieser Steine gebrauchen, selbst zur Noth die Erz- und Eisenschlacken. Gaspisse, Quarze, Porphyre und Granite verdienen jedoch stets den Vorzug.

§. 5. Alle die Steine sollten nur nach dem Grade ihrer Härte gebraucht werden. Einige haben dafür gehalten, dafs man sie gleich nach der Ausfuhr aus dem Bruche gebrauchen müsse; Andere wollen sie einige Jahre aufbewahrt wissen. Dieses oder jenes Verfahren hängt ohne Zweifel von der Natur der Steine selbst ab; und die Erfahrung mufs darüber entscheiden.

§. 6. Die Güte der Bausteine zu prüfen, so giefse man 1) Scheidewasser darauf und sehe, ob sie Thontheile absetzen, denn solche Steine sind fester als diejenigen, welche deren nicht niederschlagen. 2) Man setze die Steine einem gelinden Feuer aus, observire: ob sie schnell springen 3) Man lege sie einige

Tage über bald in kaltes bald in warmes Wasser und wenn sie um ein geringes schwerer geworden sind, so ist es ein Beweifs, dafs sie wenig Feuchtigkeit eingesogen haben, folglich dem Wasser ausgesetzt, während des Frostes, nicht springen. 4) Während der strengen Kälte lege man die Steine ins Wasser und wann sie dann nicht springen so sind sie zum Wasserbau brauchbar; im Fall sie sonst beym Brechen den nöthigen Grad der Festigkeit verrathen. 5) die Bausteine, welche, wenn man mit dem Hammer daran schlägt, hell klingen, sind feste. 6) Solche Steine die Salpeter enthalten, sind nur in trockenen Mauern, das sind solche Mauern die ohne Mörtel mit Moos aufgeführt werden, brauchbar, weil der Kalk sich mit dem Salpeter nicht verbindet. 7) Das beste Kennzeichen von der Güte der Bausteine bleibt aber immer, ob sich dieselben bey den bestehenden Gebäuden gut gehalten, d. i. ob sie allen Einwirkungen des Frostes und der Nässe widerstanden haben.

§. 7. Steine, die in den Brüchen oben auf liegen taugen gewöhnlich nicht, weil sie verwittert sind. Dafs aber die frisch aus dem Bruch kommenden Steine besser als die einige Zeit gelegenen sind, ist keineswegs eine allgemeine Regel, ja! es gibt Steine, z. B. in den Steinbrüchen von Paris, die erst an der Luft hart werden, folglich sich anfänglich mit leichter Mühe bearbeiten lassen. Andere Steine müssen lange liegen ehe man sie verarbeiten darf. So lehrt bereits Vitruv L. 2 Cap. VI. dafs man die bey Rom aus den Allienischen Brüchen genommene Steine zwey Jahre vor ihrem Gebrauche brechen mufste und zwar nicht im Winter sondern im Sommer. Dies gilt insonderheit von den Sandsteinen; die vom Froste, wenn sie dem Wasser ausgesetzt werden, stark leiden und daher dem Granite weit nachstehn. Zu den gleichfalls regulair behauenen oder gesägten *Deckplatten* bedient man sich jedoch des Sandsteins so wie des Marmors, des Porphyrs und der Granite zum häufigsten.

§. 8. Will man die Bruchsteine oder die Feldsteine zu Werkstücken umstalten: so geschieht dies entweder, 1.) dafs

man sie mit den Steinsägen, die bey weichen Steine Zähne, bey andern keine haben, sägt; 2.) oder dafs man sie mit dem Steinbeissel sprengt, oder auch (wenn sie sehr hart sind) auf folgende Methoden spaltet. In dem zu spaltenden Stein wird nach dem Schnurschlage mit spitzen Pickeln eine Ritze, je nach der Härte des Steins, 1 bis 4 Zoll tief, eingehauen und darin auf 4 bis 6 Zoll Abstand gut gestählte eiserne Keile, mit schweren Hammern, indem nach und nach auf die Keile rückwärts und vorwärts, anfänglich schwächer, dann stärker, geschlagen wird, eingetrieben. Zwischen den Keilen wird aber ein Blech, das aus zwey Blättern besteht, in die Spalte eingesetzt. Nach einer andern Methode werden in den Stein auf 6 bis 8 Zoll Abstand 1 bis $1\frac{1}{4}$ Zoll weite Löcher 6 bis 9 Zoll tief eingebohrt, wo dann in jedes Loch zwey halbcilindrische eiserne Keile gesteckt und eingesetzt werden, nämlich mit den dicken Enden unten. Zwischen diesen wird ein eiserner Keil eingetrieben. Dieses Eintreiben mufs bey allen in einer Richtung gebohrten Löchern zu gleicher Zeit geschehen. Das Bohren der Steine wird aber zum befsten mittelst einer von Perronet Tab. 85. Fig. 11 bis 16. beym Brückenbau gebrauchten Bohrmaschine bewerkstelligt. Zwey Arbeiter Fig. 11 und 12. drehen eine Kurbel, die mittelst ihrer Daumwelle einen Hebel *g*, woran das Seil 10 mit befestigt ist, niederdrückt. Zugleich geht also der Hebel 4 auf und nieder und weil daran das gestählte Bohreisen 14 fest gemacht ist, dessen Ende einen gestählten Bohrlöffel formirt, so geht die Bohrung vor sich, welche der an dem Bohr angestellte Mann verrichtet. Das Schwungrad (*b*) dient der Maschinerie zu einer gleichförmigen Bewegung. Auf diese Weise bohrt man Löcher durch ganze Steine und beym Bau der Brücke zu Neuilly wurde von drey Mann ein fünf Schuh tiefes und acht Zoll weites Loch binnen $1\frac{1}{2}$ Tage gebohrt.

§. 9. Die nützlichste Steingattung ist der *Kalkstein*, weil er uns den *Kalk* und *Mörtel* giebt. Ich werde daher seine Natur erörtern und zugleich, um der Deutlichkeit willen, die Leh-

re vom Kalk und Mörtel vortragen, ehe ich der *Ziegel* erwähne.

II. *Vom Kalk und Mörtel.*

Der Kalk ist vorzüglich dreyerley Gattung, entweder *a*) aus Kalksteinen *b*) aus Mergelerde *c*) oder aus Muscheln gebrannt. Dieser heifst *Muschelkalk*, der erstere *Steinkalk*, *Lederkalk* oder blos *Kalk* und der zweyte *Mergelkalk*.

§. 10. Die Chemie lehrt uns: dafs der Kalkstein aus Kalkerde, Kohlensäure und Wasser besteht; dafs er gebrannt der letztern Stoffen beraubt wird, mithin in Stücken und Staub zerfällt; dieselben aber, der Luft und Nässe ausgesetzt, wieder einsaugt und sich so von neuem verhärten kann: weswegen die Kalkgruben von der Luft verwahrt, d. i. mit Sande zugedeckt seyn müssen.

Kalkstein in Scheidewasser aufgelöfst, einen bedeutenden etwa $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ des Gewichts vom Stein habenden Bodensatz von Kiesel-, Thon-und Eisenerde zurück lassend, gehört zum befsten. Der in Kalköfen gebrannte Stein (*) verliert gewöhnlich $\frac{1}{3}$ bis die Hälfte seiner natürlichen Schwere.

§. 11. Wird auf den gebrannten Kalk Wasser geschüttet: so verschluckt er dasselbe, erhitzt sich, indem der darin enthaltene Wärmestoff ausgeschieden wird. Den mit Was-

(*) Das Brennen mufs nämlich vollkommen geschehen, um die Kohlensäure und das Wasser aus die Steine zu treiben und der nicht gut ausgebrannte Kalk taugt deswegen zum mauern nicht. Wird während heftigen Regen und Stürmen gebrannt, so geräth der Kalk nicht so gut als bey schöner Witterung; auch mufs das Feuer nicht einmahl schwach und das andere mahl stark seyn. Die Kennzeichen eines gut gebrannten Kalkes bestehn darin: dafs der Stein nach dem Brande um die Hälfte kleiner oder wenigstens $\frac{1}{3}$ bis die Hälfte leichter ist; dafs er beym Löschen knistert und einen dicken Rauch giebt; viel Wasser verschluckt und sich an die Wände der Kalkgrube anhängt.

ser gesättigten Kalk nennt man *lebendigen* oder *gelöschten Kalk* (*).

§. 12. Schon Vitruv Cap. V. Lib. II. giebt dem aus harten Kalksteinen gebrannten Kalk vor den aus weichen gebrannten zu den Mauern den Vorzug und will den letztern zur Bekleidung verwendet wissen. In der Regel ist diese Angabe auch noch jetzt richtig, aber es giebt Ausnahmen und Smeaton fand bey seinen über den Mörtel angestellten Versuchen das Gegentheil.

Einige Kalkarten müssen gleich nach geschehener Löschung verarbeitet werden, wie z. B. der Paduanische Kalk, welcher viele Kieselerde enthält; andere müssen gelöscht in der Kalkgrube ein Jahr und länger liegen bleiben. Der Mährische-Chorowitzer Kalk mufs z. B. bald verbraucht werden; eben so wie der in Holland bekannte Lütticher Kalk und alle Kalkarten, die zu Wassermörtel gut sind, d. i. viel Kiesel-, Thon- und Eisenerde enthalten.

Der Baumeister mufs indessen stets über den Gebrauch des Kalkes die Erfahrung anderer oder seine eigne mit Behandlung der vorhandenen Baumaterialien zu Hülfe nehmen: denn wer alles Verfahren einigen wenigen Regeln unterwerfen will, der ist noch wenig in der Praxis bewandert!

§. 13. Was das Wasser anbetrifft, womit der Kalk gelöscht wird, so ist das auf gelöschten Kalk stehende Kalkwasser

(*) Da der gebrannte Kalkstein, wenn er im Freyen liegt die Kohlensäure und Wasser einsaugt; so ist es nothwendig, ihm entweder in Gefäfse zu füllen oder bald zu löschen oder zu gebrauchen. Beym Löschen mufs so viel Wasser aufgegossen werden, dafs sich alle Steine hinlänglich mit Wasser sättigen; und ist die Masse fleifsig durchzurühren. Bey zu wenigem Wasser verbrennt der Kalk, bey zu vielem verliert er von seiner Bindungskraft.

In dem gelöschten Kalk müssen keine einzelne Steinklumpen angetroffen werden, sondern wenn man mit einem Grabscheit hinein sticht mufs der Kalk daran als ein weicher Brey hangen.

das befste, weil es fast keine Kohlensäure enthält. Ihm folgt reines Brunnen- Quell- und Flufswasser. Des Seewassers, so wie des Wassers aus Flüssen, worin die Fluth des Meeres aufläuft, sollte man sich nur in Nothfällen zu gutem Kalk bedienen, wiewohl Smeaton beym Bau des Leuchtthurms von Edystone dasselbe mit Erfolg gebraucht hat: denn es enthält nicht nur Salze, sondern auch viele Kohlensäure, welche die Auflösung des rohen Kalksteins stört (*). Noch weniger mufs man das Sumpfwasser gebrauchen. Ein gleiches gilt bey dem zur Verbindung des gelöschten Kalkes mit andern Ingredienzien dienenden Wassers, um einen Mörtel zu machen dazu kann sich des im Sommer einige Tage der Sonne ausgesetzten Wassers besser, als des ganz kalten bedient werden. Bey kalter Witterung ist auch kaltes Wasser gut.

§. 14. Unter *Mörtel* versteht man nämlich eine Masse gelöschten Kalkes mit solchen Substanzen vermischt, die eine Bindung mit demselben zulassen.

Erhärtet der Mörtel im Wasser, so nennt man ihn einen *Wassermörtel* oder auch wohl *Cement*.

§. 15. Des Mörtels Bindungskraft, so wie der Steine, zwischen denen er geworfen wird, hängt ab: von der Güte des Kalkes selbst; von dessen hinlänglichen Ausbrennung; dem guten Löschen (**); der Bestandtheile derer ihm beygemischten Körper;

(*) Belidor 2 Th. §. 307. sagt indessen, dafs man sich an den Küsten der Normandie des Seewassers, freylich beym guten Kalke bediene und dafs der damit gemachte Mörtel anfänglich nicht so schnell als der mit süssem Wasser gelöschte Kalk erhärte, aber mit der Zeit viel härter werde. Es kömmt also bey dieser Vorschrift auf die Güte des Kalkes und auf den Grad der Salzigkeit des Seewassers an.

(**) Anfänglich mufs der lebendige Kalk in dem aus Brettern bestehenden Kalkkasten, aus welchen man ihn in die Kalkgrube laufen läfst, nur angefeuchtet werden, damit er so nach und nach auseinanderfällt. Jetzt wird die Masse mit der Krücke auseinander gestofsen und so kommt immer mehr Wasser darauf, bis der Kalk vollkommen gesättigt

ferner von dem Verhältnifs derselben untereinander und zur Masse des gelöschten Kalkes; so wie von der tüchtigen Verarbeitung der Mörtelmasse unter und durcheinander, und endlich von der Beschaffenheit des zum Löschen und verarbeiten gebrauchten Wassers.

§. 16. Da der gelöschte oder lebendige Kalk die Kieselerde und alle glasartigen Materien auflöst und sich mit ihnen innig verbindet: so sind die befsten Beymischungs-Materien folgende.

Der Trafs. (*) Die Pozzulane. (**) Die Dornicksche Asche; (***) die Porzellain-Formen, Porzellain selbst, zerstossenes Glas, verglaster Thon. Alle diese Materien, wenn sie zerstossen sind, kommen der Vulcanischen Erde oder Asche nahe; die erstern sind ihr ohne Zweifel fast vollkommen gleich. Zerstossenes Eisen oder

ist. In der Grube selbst mufs endlich noch Wasser gegossen werden, wenn derselbe nicht mit Sande bedeckt und gegen die Einwirkung der Atmosphäre geschützt ist, weil der Kalk die fixe Luft einsaugt und so wieder zum rohen Kalk erhärtet.

(*) Der Trafs wird in der Gegend von Andernach am Rhein aus dem Gebirge aus Tufstein genommen. Er hat eine graue bläuliche oder gelblichte Farbe und bröckelt sich leicht, ist sodann eine vulkanische Asche, weil der Tufstein ein vulkanisches Product ist. Dieser Stein ist leicht und zu Zimmerdecken vortreflich, eben so auch zu Kirchengewölben. Er kann nach allen Formen, ohne viele Mühe, ausgeschnitten werden. So wird er in Steinen nach Holland verfahren und dort zu Pulver zerstofsen und vermahlen; dann sonderbar genug, nicht selten wieder in Deutschland und am Rhein verkauft, als wenn eine solche Trafsmühle eine Hexerey wäre!! Der Trafs wird oftmahls mit Thonerde und Sand verfälscht und man hält daher in Holland die Trafsmüller besonders zu Dortrecht unter Aufsicht.

(**) Pozzulana ist eine vulcanische Erde, die in den Gegenden von Civita Vechia, Rom, Pozzuoli und Neapel gefunden wird. Von den erstern Gegenden beziehn wir sie nach Venedig, Triest und Fiume, die braunröthlich ist, zu unsern Wasserbauten.

(***) Die Dornicksche-Asche besteht aus kleinen Steinen, die beym Brennen des Kalksteines in der Gegend von Dornick abfallen und sich mit den Steinkohlen vermischen.

Schmiedeschlacken, Ziegelmehl aus gut gebrannten Dachziegeln oder Töpfergeschirren, Quarz; scharfer Flufssand; und endlich der von allen Erdtheilen gesäuberter scharfer gegrabener Sand ist vortreflicher zum Mörtel (*). Die zwo ersten Abtheilungen von Ingredienzen sind zum Wassermörtel die befsten, wozu die letztern keinesweges hinreichen, wenn der Kalk nicht selbst die Eigenschaft hat, dafs er im Wasser erhärtet. Es müssen daher dazu, wenn nur immer möglich, von den erstern Stoffen beygemischt werden. Das Ziegelmehl erfordert aber einen sehr guten Kalk, wenn der damit angemachte Mörtel von langer Dauer im Wasser seyn soll. Wo der Kalk aber sehr gut ist, bedient man sich des mit Ziegelmehl gemischten Kalkes zum Wassermörtel. Z. B. in Frankreich (das dort auch Ciment heifst) mit dem befsten Erfolge. Das Ziegelmehl saugt nämlich die an dem Mörtel enthaltene Feuchtigkeit ein und nimmt den Kalk auf, trocknet und verbindet daher die Mörtelmasse.

Da uns vorzüglich der Wassermörtel zu dem man nur aus Kalksteinen gebrannten Kalk und ohne Noth nie Muschelkalk nimmt, weil er Salztheile enthält, wichtig ist, so will ich die befsten Erfahrungen hierüber beybringen.

Smeaton mischte zu $\frac{1}{2}$ Theil Sand $\frac{1}{4}$ Puzzolane oder Trafs und $\frac{1}{4}$ Kalk. Der aus gleichen Theilen, Puzzolan und Kalk bereitete Cement war dem aus Trafs verfertigten vorzuziehn, weil er eben so an der Luft als im Wasser erhärtet. (An den Murazzi vor Venedig springt er aber, der Luft ausgesetzt, vom Froste, aus den

(*) Zu dem *Bausande* mufs niemahls schlechter und glatter oder Mergelsand noch solcher genommen werden, zwischen dem sich Erdtheile befinden. Man mufs auch den befsten scharfen Flufssand gehörig waschen, wenn er Erd oder Mergeltheile hat, dann trocken werden lassen und endlich durch ein Drathgitter werfen. Ist aber kein scharfer Sand zu haben, so müssen Porphyre, Granite oder Quarze und grofse Kieselsteine zu Sande gestofsen werden. Zuweilen wird es auch nnter diesen Umständen gut seyn, unter den Mörtel Ziegelmehl zu mischen; selbst bey dem gewöhnlichen Mauerwerk.

Fugen.) Er bediente sich auch des Seewassers zur Mischung, und fand, dafs der damit angemachte Mörtel unter Wasser noch fester ward als der mit süssen Wasser bereitete. Zu Mauern über Wasser räth er jedoch nicht dazu, weil das darinn enthaltene Salz die Feuchtigkeiten aus der Luft einsauge. Auch fand er es besser den gelöschten Kalk frisch zu verarbeiten. Aus den 20 Mischungen die er mitgetheilt hat, will ich nur einige aufnehmen.

Kalkpulver.	Pozzolane.	Sand.	
2	2	—	Wassermörtel.
2	1	2	
2	1	3	aussen zu gebrauchen.
2	$\frac{1}{4}$	3	im innern des Gemäuers.
Zerstossene Schmidtschlacken (Minion.)			
2	2	1	aussen.
2	$\frac{1}{2}$	3	im Innern.
	Trafs.		
2	1	—	
2	1	1	
2	1	2	u. s. w.

Alles dieses ward trocken untereinander gemischt, dann Wasser darauf gegossen und tüchtig geschlagen.

Auch in Italien mischt man so die Puzzolanerde unter den gebrannten Kalk. Dieser wird nämlich in das Mörtelbett ausgebreitet, nach und nach mit Wasser angefeuchtet und so wie er zu einem Teige geworden, mufs der Puzzolan darauf geschüttet werden, welches zu wiederholten malen geschieht; wobey mit der Mörtelhacke alles tüchtig untereinander gearbeitet wird. Bey dieser, so wie bey der Bereitung alles Mörtels gilt die Regel: dafs man so wenig Wasser als möglich dazu nehmen und den Mörtel tüchtig untereinander arbeiten mufs. Dazu kann sich eines gezackten Rades Fig. 59. Tab. 84. bedient werden. Die Zacken oder Zähne des mittelst eines Pferdegöpels herumgetriebenen Rades werden nämlich durch die Mörtelmasse durchgezogen. Vorher, ehe der Mörtel darunter kömmt, mag dieser jedoch mit der Hacke durchgearbeitet seyn. Perronet bediente

sich dieser Maschine auch zur Verfertigung des gewöhnlichen Mörtels. Zu 72 Cubikschuh Kalk wurden 144 Cubikschuh Sand gebraucht; in 12 Stunden war diese Masse von zwey Pferden bearbeitet. Sie gab 155 Cubikschuh Mörtel. Er liefs fast kein Wasser zuschütten, um die Knetung desto inniger zu bewirken.

Da, wo das Gemäuer nicht unmittelbar ins Wasser liegt, sondern nur daran grenzt, mag man zu dem innern Körper $\frac{1}{2}$ Theil Sand, einen Theil Pozzelone und $\frac{3}{4}$ Kalk nehmen. Dieser Mörtel mufs am zweyten Tage vermauert seyn, weil er sonst nicht gut erhärtet (*).

(*) Der H. Senator Stieglitz in Leipzig hat in seiner treflichen Encyclopedie der Bürgerlichen Baukunst S. 684 folgende Mischungen aufgezeichnet. (*)

(*) Zu Bassins, Wasserleitungen, Cisternen, feuchten Gewölbern unter der Erde, und dergleichen macht man einen feinern Mörtel, und zwar auf zweyerley Art. Der erste Mörtel wird aus einem Masse Puzzolana, einem Masse Sand, ohne Erde, und einem Masse gebrannten frisch gelöschten Kalke verfertigt. Der Kalk mufs gut gelöscht und vollkommen gleich zergangen seyn, damit keine Körner mehr darin sind. Die ganze Mischung mufs dichtig unter einander gearbeitet werden, und wenigstens vier und zwanzig Stunden lang ruhen, ehe man sie braucht. Bey der ersten Zubereitung dieses Mörtels, mischt man zuerst blos den Sand zu dem Kalke, die Puzzolana aber thut man nicht eher dazu, als an dem Tage, wo er verbraucht wird, und zwar aus dem Grunde, weil der Mörtel, da die Puzzolana dessen Austrocknung beschleunigt, während der vier und zwanzig Stunden langen Ruhe, allzuhart werden würde, wenn die Puzzolana darunter wäre. Dieser Mörtel dient zu der Erbauung der angeführten Mauern, zum Bewurf derselben nimmt man einen andern, der aus zwey Maafs Puzzolana und einem Maafse Kalk besteht, und der nach der Mischung, sechs Stunden lang ruhen mufs. Nach dieser Zeit arbeitet man ihn, aufs neue sorgfältig durch, und erhält einen Mörtel, der geschickt ist, solche Mauern zu bewerfen und abzuputzen, die beständig im Wasser steht. Sobald der Abputz einer solchen Mauer fertig ist, mufs der Maurer Acht geben, ob durch das Zusammenziehn und Austrocknen des Mörtels kleine Risse entstehn, und diese sogleich zustreichen. Übrigens ist hierbey noch zu bemerken, dafs die angegebene Mischung nicht immer einerley seyn kann, weil man sich allezeit nach dem Kalke zu richten hat, der in einem Lande mehr Sand und Puzzolana vertragen kann, als an einem andern. Geben, zum Beyspiel, zwey Maafs Puzzolana und

Der Trafsmörtel besteht bey dem Grundbau der neuesten Schleusen in Holland aus zwey Theilen gesiebten Lütticher Kalk und einem Theil Trafs, alles tüchtig und mit wenig Wasser durchgearbeitet. Täglich wird dieser Mörtel, wenn er, wie es seyn

ein Maafs Sand, einen zu fetten Mörtel, so mufs man in dem nehmlichen Verhältnisse die Menge der Puzzolana und des Sandes so lange vermehren, bis der Mörtel die gehörige Beschaffenheit erhält. Ist dieses Mafs von Puzzolana und Sand zu grofs, so mufs man es vermindern.

Ein anderer Cement wird also zubereitet. Man nimmt zwey Theile gewöhnlichen Kalk, und mischt einen Theil eines Mehles von fein gestofsenen und durchgesiebten mäfsig gebrannten Ziegelsteinen darunter, bey dauerhaften Wassergebäuden thut man noch Eisenspäne hinzu, und zwar für die äusserste Steinlage; man räumt auch die Kalkfugen ein und einen halben Zoll tief aus, und streicht sie mit Mörtel von Eisenspänen wieder voll. Andere nehmen, in Ermangelung der Ziegel, halbgebrannten ungelöschten Kalk, oder Kalk von Marmorsteinen, stampfen ihn zu Mehl, und mengen unter zwey Theile gebrannten, einen Theil halbgebrannten Kalk und einen Theil Marmormehl. Dieses giebt ein starkes Mauerwerk im Wasser, es wird aber nicht mit Wasser, sondern mit Öhl befeuchtet, und mit zerpflockter Baumwolle durcharbeitet. Was die alten Völker anbetrifft, so wissen wir, dafs bey den Babyloniern anstatt des Mörtels eine Naphta oder Erdpech gebraucht wurde, womit man die Ziegel bey der Errichtung einer Mauern, mit einander verband. Die Griechen errichteten ihre Mauern aus grofsen Steinen, und brauchten hierzu keinen Mörtel, weil diese Steine durch ihre eigene Schwere schon fest genug auf einander lagen. Doch müssen sie, wie Winkelmann (Anmerkungen über die Baukunst der Alten, S. 7.) bemerkt, bisweilen sich des Mörtels bedient, und einen sehr festen Mörtel zu machen, verstanden haben, da zu Sparta ein grofser Wasserbehälter, aus Kieselsteinen erbaut, gefunden wird, die mit einem Mörtel verbunden sind, welcher so hart ist, als die Steine selbst. Übrigens bauten sie auch bisweilen, obgleich sehr selten, mit Ziegeln, zu deren Verbindung doch ein Mörtel nothwendig erfordert wurde.

Die Römer, da sie sowohl Mauern aus Ziegelsteinen, als auch aus Bruchsteinen erbaueten, brauchten hierzu einen Mörtel, weil diese Steine nur von einer geringen Gröfse sind, und eine Mauer von solchen Steinen ohne Mörtel keine gehörige und dauerhafte Verbindung würde erhalten haben. Der Mörtel, dessen sie sich bedienten, war entweder Kalk oder Pulvis Puteolanus, die heutige Puzzolana. Der Kalk wurde eben so zubereitet, (Vitruv II. 5.) wie es noch jetzt gewöhnlich ist, und man brauchte den Kalk, der aus dichten und harten Steinen gebrannt wurde, zum Mauern, denjenigen aber, der aus Steinen gebrannt wurde, die locker und löcherig waren, zum Bewurf. Hierzu wurde entweder gegrabener

soll, nicht jeden Tag verarbeitet werden kann, umgearbeitet. Zu dem innern Gemäuer, welches nicht im Wasser steht, wird der sogenannte Bastard-Mörtel gebraucht. Derselbe besteht entweder aus drey Theil Kalk, ein Theil Trafs und zwey Theile Sand, oder aus zwey Theil Kalk und ein Theil Sand.

Sand oder Flufssand, und bisweilen auch Meersand gemischt. Derjenige Sand wurde als der befste erwählt, der keine Erde bey sich führte. (Vitruv. II. 4.). Um dieses zu erfahren, rieb man ihn zwischen den Fingern, und wenn er alsdenn knirschte, so war er gut. Oder man breitete ihn auf ein weisses Gewand aus, und gab Acht, ob er daselbst, wenn er wieder herunter geschüttet wurde, einigen Schmuz hinterliefs. Geschah dieses nicht, so hielt man sich für versichert, dafs der Sand keine Erde bey sich führte. Den Meersand nahm man nicht gern, weder zum Mauern, noch zum Bewurf, weil er schwer und langsam austrocknet, und des Salzes wegen, das er bey sich führt, bald von der Mauer wieder abspringt. Die Mischung des Kalkes und Sandes wurde nach dem Verhältnisse eingerichtet, dafs man zu drey Theilen gegrabenen Sand, einen Theil Kalk, von dem Flufs- oder Meersande aber zwey Theile zu einem Theile Kalk nahm. Bisweilen wurde unter diese letzte Mischung ein Drittheil Mehl von zerstofsenen und durchgesiebten Scherben gethan. Die Puzzolana, wurde in der Gegend von Bajä und um den Berg Vesuv gefunden. (Vitruv. II. 6.) Man vermischte diese Erde mit Kalk und kleinen Steinen, wodurch man einen sehr guten Mörtel erhielt, der wegen seiner Festigkeit nicht nur überhaupt bey allen Arten von Gebäuden, sondern besonders auch zu den Mauern gebraucht wurde, die in das Meer zu stehen kamen. Zu dieser Mauerarbeit im Wasser wurde der Mörtel so verfertigt, dafs man zwey Theile Puzzolana und einen Theil Kalk unter einander mischte. (Vitruv. V. 12.) Die Festigkeit dieses Mörtels bezeugen die Trümmer der Gebäude am Meere, die man noch jetzt in der Gegend vom Bajä antrifft, und die in das Wasser hinein gebaut sind. Winkelmann (Anmerkungen über die Baukunst der Alten S. 6 und 7.) bemerkt, dafs die alten Römer sich vorzüglich der schwarzen Puteolanischen Erde bedient hätten, weniger aber der röthlichen, und dafs sie auch die Strafsen in und um Rom mit Puzzolana machten.

Redelykheid in der von Major Linderer übersetzten Abhandlung über die Mauerarbeit giebt noch folgende praktische Regel beym Verfertigen des Trafsmörtel.

1.) Mische man die vor nöthig befundenen Quantitäten, von Kalk, Trafs und Sand, trocken untereinander, so, dafs alle drey zusammen in ein Ganzes vereinigt sind. 2.) In diese Mischung mache man eine Höh-

Zu dem nur selten mit Wasser bespülten Mauerwerk wird der Mörtel noch mehr verlängert, das ist 6 Theil Kalk, 1 Theil Trafs und 2 Theil Sand genommen.

§. 17. Eine vierte Art Mörtel ist derjenige, dessen sich zum Grundbau bedient wird. Er besteht aus Kalk, Sand und

lung, giefse Wasser hinein und steche sodann mit der Schippe den Kalk ringsum ab und thue das gestochene in die Höhlung, bis das Wasser bedecket ist. Nun setze man den Haufen um, mache wiederum eine Höhlung darinn, und verfahre wie zuvor. Man versetze ihn nochmahls und lasse ihn so bis auf den andern Tag liegen; nehme sich aber wohl in Acht, dafs man nicht zu viel Wasser brauche, was oft geschieht, wenn die Handlanger zu faul sind, den Kalk gut durchzuschlagen oder auch wohl, wenn manche Entrepreneurs, den Kalkarbeitern nicht Zeit genug dazu lassen. 3.) Am andern Tage mufs der Kalk wiederum überarbeitet und mit Kalksäbeln recht durchgeschlagen werden. (Die Aufseher sowohl als die Arbeiter mögen hierbey bemerken, dafs die Kalkhauer beym Durcharbeiten, recht über den Grund wegstreichen, und wenn man sie zurückzieht, ihnen eine schiefe Direktion geben müsse, damit der folgende Hieb desto wirksamer werde.) 4.) Ist der Kalk auf solche Art dreymal durchgearbeitet, so mufs er den Tag darauf zerrieben werden. Beym Zerreiben ist zu beobachten, dafs die Schaufel unter die Hand genommen werden, und dafs selbige auch gleich und gerade auf den Boden fallen müsse, und dies mufs so lange getrieben werden, bis keine Körner mehr zu spüren sind; wird nun in der Verarbeitung, Zubereitung und Zerreibung, so wie gesagt worden, verfahren, so werden keine Körner mehr darin übrig bleiben. Die Körner kommen nicht blos durchs schlechte Löschen in den Kalk, sondern sie entstehen wohl meistens, aus der üblen Behandlung des Kalkes, welches ich und andere mehr schon lange wahrgenommen haben. Denn viele brauchen bey der Zurichtung des Steinkalks zu viel Wasser auf einmal, ohne zuvor den Kalk, Cement und Sand trocken recht vermischt zu haben, und daher setzen sich die Kalktheile an einander und verursachen Klumpen, Daher würde ich den Kalk (obgleich dieses wider vieler Meynung streitet. 16 Kap.) in keine Gruben legen lassen, weil dadurch Klumpen herrühren, welches die Erfahrung aufs allerdeutlichste bestätigt hat. Erwägt man nun, dafs der Kalk, der sich durch die Anschwemmung der Feuchtigkeit stark zusammen gepackt hat, bey der Zurichtung sehr schwer, ja oft gar nicht von einander zerrieben werden kann und dafs die Klumpen verhindert werden, wenn der Kalk wie im vorigen gesaget worden, bearbeitet wird, so wird man gewifs meiner Meynung beystimmen. Ganz etwas anders ist es, den Kalk ungelöscht, als gelöschet in Gruben zu legen: denn wenn er ungelöscht hinein gelegt wird, so fallen die Theile auseinander, gelöschet aber setzen sie sich in

zerriebenen Ziegelstaub oder Mehl, welches letztere die Franzosen auch wohl Ciment nennen. Solcher Staub kann noch besser aus Pozzelain-Formen gemacht werden: denn dieselben sind

Eins zusammen. Soll man Kalk und Trafs für wasserdichtes Mauerwerk zurichten (wasserdichtes Mauerwerk nennt man alle Mauern, welche flüssige Materien in sich enthalten, und flüssige Materien abhalten sollen) so mufs man erst und vorzüglich den Kalk und Cement sieben und das erstemal auf diese Weise, mit so viel Wasser durcharbeiten, als man zu einer ordinairen zähen Mischung nöthig hat: ferner mufs man sechs Tage hinter einander einen gleich grofsen Haufen machen, und jeder nur so grofs, als in einem Tage verarbeitet werden kann. Endlich mufs man alle Tage die übrigen fünf Haufen recht wohl zerreiben, jedoch mufs kein Wasser, als blos mit einer Sprengbürste dabey gebrauchet werden. Das Zerreiben mufs durchs Plattschlagen mit der Kalkschaufel geschehen nachdem es mit der Schaufel in dünnen Blättern abgehoben worden ist; und der dabey gemachte sechste Haufe soll wenigstens dreymal den ersten Tag durchgearbeitet werden.

Man mufs bey dieser Küttarbeit ganz genau Acht haben, dafs Sand, keine Steinchen oder andere Materien zu dem präparirten Kalk oder Trafs komme, weil daraus viele Unmächlichkeiten entstehen können.

In Ansehung des Mischens oder des Verhältnisses des Trasses mit einander, finden grofse Verschiedenheiten statt. Viele denken darüber verschieden, und ich glaube, dafs derjenige noch gebohren werden müsse, der nach der Theorie die Proportion des Kalks und Cements vollkommen sicher bestimmen kann, Kap. 13. Ich gestehe sehr gerne, dafs ich es aus folgenden Ursachen nicht zu thun im Stande bin. 1.) Weil es einen grofsen Unterschied macht, zu welcher Absicht die Materialien dienen sollen, ob zu Öhl-Lauge-Regen- oder Schaumbehältern, wo immer eine andere Proportion von Mischung nöthig ist. 2.) Weil die Fälle nicht immer gleich seyn, sowohl in Ansehung der Lage, als auch in Ansehung des Zusammenhangs. 3.) Weil endlich der eine Kalk fetter oder magrer ist als der andere, so macht dies eine merkliche Veränderung; wenn der Kalk und Trafs sich nicht mit einander zu einer und eben derselben Arbeit vereinigen, so wird sicher der eigentliche Nutzen und Zweck nicht erreichet werden: denn es ist nicht genug, dafs man viel Kalk unter wenig Trafs, oder viel Trafs unter wenig Kalk nehme. Die Versteinerung, welche durch die Verbindung entstehen mufs, würde sehr geringe seyn, gegen die Versteinerung, welche aus einer gehörigen Proportion entsteht. Da nun die Versteinerung durch Verbindung, minder stark ist, so würde gewifs mehr Nachtheil als Vortheil davon zu erwarten seyn: denn bey allen Gattungen des Mauerwerks ist die Versteinerung, welche einzig durch die Vereinigung der Theile entspringt, die Hauptsache."

aus dem feinsten Thon gebrannt (*). Der Pr. Bauinspector Manger bediente sich in Potsdam dazu 2 Theil Kalk, 2 Theil Sand und einen Theil Ziegelmehls (**).

Perronet bediente sich zum Bau der Brücke $\frac{1}{3}$ gelöschten Kalkes und $\frac{2}{3}$ Sand, oder $\frac{2}{5}$ gelöschten Kalkes und $\frac{3}{5}$ Sand zum ordinairen Mörtel; zum Wassermörtel aber $\frac{1}{2}$ Theil gesiebten Kalk und $\frac{1}{2}$ Theil Ziegelmehl, ohne in dem Mörtelbette Wasser zu nehmen. Der Mörtel selbst wurde mit der im vorigen §. beschriebenen Maschine geknetet.

Zu den Schleusen auf dem Canal von Bourgogne gebrauchte Perronet zur Fundirung $\frac{1}{3}$ Kalk und $\frac{2}{3}$ Ziegelmehl; zu dem übrigen Gemäuer $\frac{1}{3}$ Kalk und $\frac{2}{3}$ Sand.

Régémortes brauchte zur Brücke von Moulines $\frac{2}{3}$ Ziegelmehl und $\frac{1}{3}$ Kalk; gleichfalls ohne Wasser angemacht. Solcher Mörtel trocknet eher als der mit Sand angemachte und erhärtet sich im Wasser. Es ist daher sehr übereilt geurtheilt, wenn man ihn zu Wassermauern unbrauchbar findet!! Besser bleibt indessen immer der Trafs- und Pozzolan-Mörtel und derjenige, wozu das Mehl aus den Formen der Porzellain-Fabriken genommen wird; welches letztere immer noch zu selten im Ge-

(*) Dafs auch die Römer das Ziegelmehl der Puzzolane nicht vorgezogen haben, wie Einige behaupten, dessen ist eine, zwey Meilen von Triest angelegte Wasserleitung die von da nach dem Meere gieng von der ich im Oct. 1803 durch Ueberbleibsel bey der Klinzinska-Mühle gesehn habe, ein Beweis. Dieselbe ist mit Puzzolanmörtel gemauert und hat zum Boden grofse Ziegelplatten, zur Gewölbdecke und den Seitenwänden ein Bruchstein Gemäuer.

(**) Dazu sind wohl die Dachziegel so wie Topfscherben gut; selbst aber die befsten Ziegel oder Mauersteine nicht ohne Noth zu gebrauchen. Sie werden erst zerstofsen und mittelst einer mit Steinen gefüllten und mit eisernen Stäben umgebenen Tonne *a* Fig. 57. Tab. 84. zerquetscht, wovon in Tab. 57. der Durchschnitt steht. Diese Tonne, welche mittelst eines Pferdegöpels *c* auf ein Steinlager herumgewalzt wird, zerquetscht täglich funfzehn Cubickschuh Ziegelmehl. Glasstücke können auf eben diese Art zermalmt und darin gebraucht werden.

brauch ist, denn man sieht es leider: daſs die Scherben der Formen zu Ausfüllung von Löcher und Gruben verwendet und Dachpfannen, ja wohl gar nur Mauersteine zu Ziegelmehl zermahlen werden.

Vauban bediente sich zur Schleuse bey Dünkirchen $\frac{2}{3}$ Kalk von Boulogne und $\frac{1}{3}$ Traſs; zum innern Gemäuer $\frac{1}{2}$ Theil Kalk $\frac{1}{2}$ Theil Sand. Vitruvius nahm 1 Theil Kalk, 2 Theil Sand und 1 Theil Ziegelmehl. Milizia $\frac{2}{5}$ Kalk und $\frac{3}{5}$ Sand, d. i. zu ordinairen Mauern.

Belidor 2. Theil 2. B. §. 842. bringt die Erfahrungen eines Ingenieurs H. Milet de Monville bey. Nach denselben sollen genommen werden, 12 Theil Puzzolane, Traſs oder Asche von Dornick 6 Theil Sand, dieses ausgebreitet und mit 9 Theil Kalk bedeckt der eben mit Seewasser gelöscht ist. Nachher kommen 13 Theile Ziegelmehl und drey Theile Hammerschlag. Dieses wird durcheinander gearbeitet und am dritten Tage gebraucht.

An einem andern Orte §. 308. will Belidor genommen haben: zerstossene Dachziegel, Werkstücke (wahrscheinlich von Quarz) und Hammerschlag, alles zu gleichen Theilen. Nachdem diese Materien gesiebt sind, so werden sie im Mörtelbett ausgebreitet und darin der Kalk gelöscht, nämlich die Hälfte jener Masse. Diese Mischung soll 7 bis 8 Tage hintereinander gestampft werden.

Die Mauerfugen sollen mit folgendem Kitt ausgestrichen werden. Derselbe besteht nämlich aus $\frac{1}{6}$ Ziegelmehl, $\frac{1}{6}$ Glasgalle, $\frac{1}{6}$ Eisenspäne und $\frac{3}{6}$ gelöschten Kalkes. Diese Masse wird tüchtig untereinander gearbeitet und dann kommen dicke rothe Schnecken ohne Gehäuse, denen die Haut abgezogen wird, hinzu. Ein Mörtel, dessen sich beym Bau der groſsen Seeschleuse zu Cherbourg bedient wurde.

Zu dem neuesten am Hafen von Dünkirchen 1798 bis 1800 angelegten Kay bestand der gemeine Mörtel aus 2 Theil Kalk, 2 Theil Sand und 1 Theil Hammerschlag; der Wassermörtel aber aus $\frac{5}{10}$ gelöschten Kalk, mit $\frac{4}{10}$ mit Leinöhl angeriebenes Ziegel-

mehl, Sand und Eisenschlacken und $\frac{1}{10}$ gestossene Steinkohlen und rothe abgezogene Schnecken.

§. 18. Zu den beſsten Compositionen des gewöhnlichen Mörtels, der aber auch als Wassermörtel zu gebrauchen ist, gehört diejenige, wonach l'Oriot seinen Mörtel zubereitet. Diese Zubereitung besteht darin: daſs $\frac{1}{4}$ gutes gesiebtes Ziegelmehl, zwey Theile gereinigten Mauersand und $\frac{1}{4}$ alt gelöschten Kalk genommen und zu einem gewöhnlichen Mörtel, der nicht zu dick, sondern breyartig ist, zubereitet wird, um noch $\frac{1}{4}$ frischen ungelöschten Kalk anzunehmen, der vorher gesiebt ist. Dieses alles muſs tüchtig durch einander gearbeitet und wenn der Sand nicht sehr gut ist, so kann noch Kohlenstaub zu dem ersten Mörtelbett genommen werden.

Die zweyte Bearbeitung besteht darin: alle Ingredienzen zugleich untereinander zu mischen und zu bearbeiten. Diesen Mörtel muſs man aber gleich verarbeiten.

Wenn der Kalk gehörig ausgebrannt ist, und in Stücken zerbröckelt, so braucht man ihn nur vollends zu zerschlagen und es bedarf des Siebens, welches ſür die Gesundheit der Arbeiter schädlich ist, nicht.

Morveau will ihn erst der ſeuchte Luſt aussetzen, so löschen und dann nach und nach, wie er gebraucht wird, abermahls calciniren lassen, weil er auf diese Weise zu Staub zerſällt.

Das einzige, was dem l'Oriotschen Mörtel in unserm kalten Clima entgegen steht, ist der Frost. Derselbe dehnt ihn des ſrischen Kalkes wegen, sehr aus, und so kann es kommen, daſs die Festigkeit des Mauerwerkes leidet.

Milizia in seiner Baukunst, gibt ſür den Mörtel ſolgende Mischungen:

1.) Pulverisirte Steinkohlen und ungelöschten Kalk zu gleichen Theilen.

2.) Ein Theil des letztern, ein Theil Gyps und zwey Theile ungelöschten Kalk zum Bewerſen der Innern - Wände.

Der Fr. Ingenieur Cessart hat aus einem Reverberir-Ofen geführten und dann zu kleinen Stücken (einer Erbse gros) zerstoſsenen Basalt 180 C.Z. Kalk 73 C.Z. Brunnenwasser 93 C.Z. Granit 288 C.Z. jedes Stück von der Gröſse einer Nuſs, einen wasserdichten Mörtel gemacht. Annales de Chemie N. 3. 1803.

§. 19. Was der sogenannte Kitt zur Ausstreichung der Fugen anbetrifft, so gebraucht man ihn im Wasser bey guten Cement-Mörtel nicht; wohl aber an Mauern, die zuweilen vom Wasser bespühlt werden (*).

(*) Zur Ausstreichung der Fugen eines wasserdichten Mauerwerkes, giebt H. Gilly in seiner classischen Landbaukunst einen Kitte an, die bewährt befunden worden sind. (*)

(*) Seite 130 dieses Werkes giebt er folgende Kitte an

1.) Wenn das Mauerwerk bald im Nassen bald im Trocknen befindlich ist.

5 ¼	Pfund	von der Luft abgelöschten Kalk
2 ½	- -	ganz fein gesiebtes Ziegelmehl,
¼	- -	pulverisirtes Glas
2	- -	ordinaires Leinöhl
10	Pfund.	

2.) Wenn der Kitt beständig im Wasser bleibt.

5	Pfund	Kalk
2 ½	- -	Ziegelmehl
½	- -	Hammerschlag
¼	- -	pulverisirtes Glas
2	- -	Leinöhl
10	Pfund.	

Der Kalk, sowohl als das Ziegelmehl müssen so trocken als möglich seyn. Von dem Öhl, welches man vorher noch zu kochen pflegt, nimmt man anfänglich nur so viel, daſs die Masse beym Schlagen oder Stampfen nur nicht staubt. Ein Mann kann in einem Tage höchstens 10 Pfund schlagen, und zwar auf folgende Weise: die vorher in einem Mörser zerstoſsene Masse wird gesiebt; von neuem in einen Mörsel gethan, sodann drey Viertheil des Öhls, oder ein und ein halb Pfund, hinzugethan und alles zu einem steifen Teig gestoſsen; sodann wird das letzte Viertel Öhl hinzugethan, wovon alles an einander hängt. Nunmehr wird die Masse aus dem Mörser gekratzt, auf eine Werksteinplatte gelegt, und mit einem dazu geschmiedeten 20 Pfund schweren Eisen, (man kann auch ein gewöhnliches Brecheisen nehmen) einen ganzen Tag geschlagen, wobey

§. 20. Was nun endlich die Prüfung des Kalksteines anbetrifft: so braufst Scheidewasser darauf gegossen im Blasen auf und wenn er darin oder in Salzsäure liegt und sich gänzlich auflöfst so ist er sehr gut: je mehr andere aufgelöfste Erden zurück blei-

man den breiten Kuchen wieder von allen Seiten zusammenlegt und von neuem breit schlägt."

„Wird vieler Kitt gebraucht, so kann eine Portion von 25 Pfund zugleich zubereitet werden. Es sollte zwar nicht mehr im Voraus gemacht werden, als man in zwey oder drey Tägen zu verbrauchen gedenkt. Macht man indessen einen Vorrath auf 8 bis 12 Tage, oder man würde an dem Verbrauch gehindert, so mufs der Kitt mit feuchtem Papier umschlagen an einem frischen Orte aufbewahret werden, damit derselbe keine Rinde bekommt."

„Beym Verkitten des Mauerwerks müssen die Steinfugen von aller Nässe abgetrocknet seyn, jedoch werden die Fugen vor dem Einstreichen des Kitts einigemahl mit Öhl, vermittelst eines Pinsels, ausgestrichen, und sodann der Kitt mit hölzernen oder eisernen Spateln mit Gewalt so tief als möglich eingeprefst."

Entstehen in den ersten Tagen nach diesem Einstreichen, kleine Risse, so müssen selbige mit Öhl bestrichen und von neuem zugedrückt werden.

In acht Tagen pflegt alles trocken zu seyn und nach Jahr und Tag ist dieser Kitt fester als der Stein selbst.

„Haben diese Werkstücke oder andere Steine eine graue oder röthliche Farbe, so kann man dem Kitte durch Zusatz von etwas Schwärze oder Bolus das nehmliche Ansehn geben."

„Ein guter Feuer- oder heisser Kitt wird folgendermassen zubereitet: Man nimmt 24 Loth Colofonium oder Pech, 3 Loth gelbes Wachs, 2 Loth Terpentin, 1 Loth gestofsnen Mastix, 1 Loth Schwefel und eine gute Hand voll Ziegelmehl. Diese Massen werden in einem Topf oder Grapen auf dem Feuer zerlassen und fleifsig umgerührt. Wenn dieser Kitt sogleich gebraucht werden soll, so müssen die Fugen mit glühenden Holzkohlen oder mit einem darauf gelegten starken glühenden Eisen heifs gemacht werden, und so wird die Masse glühend eingegossen.

Mann kann daher diesen Steinkitt nur allein bey plattliegenden Steinen, als bey Bassins, Wasser-Reservoirs und dergleichen anbringen. Er wird gleich hart, so dafs der überstehende weggemeiselt werden mufs.

Von diesem Feuerkitt kann man auf viele Jahre Vorrath machen, solchen in Stücken aufheben und beym Gebrauch so viel abschlagen und schmelzen als man benöthiget ist.

Der Kitt zur Verdichtung der Fugen zwischen Kupfer und Sandsteinen, soll aus 7 Theilen Menninge, 3 Theilen Silberglätte, 3 Theile Bolus, 1 Theil gestofsenem Glase und 2 Theile gutem Firnifs bestehen.

ben, desto geringer ist der Kalkerdengehalt, desto schlechter ist der Kalkstein.

§. 21. Es herrscht im Allgemeinen das Vorurtheil, als wenn gegenwärtig die Bereitung des Mörtel nicht so gut als von den Alten geschehe. Wenn aber in Erwägung gezogen wird, daſs die Luft, alle Feuchtigkeit aus den Mauern zieht: so ist es gewiſs, daſs der Mörtel von derselben mit der Zeit immer mehr erhärtet. Baumeister, die daher auf die Zubereitung des Mörtels die gehörige Sorgfalt verwenden; keine schlechte Bausteine nehmen, werden sich mit Zuversicht von ihren Bauwerken, vorausgesetzt, daſs sie es an der nöthigen Festigkeit sorgfältigen Wahl der Baumaterialien und an einer guten Mauerung nicht fehlen lassen, eine Dauer versprechen: womit die Monumente der Griechen, Römer und Gothen allen Einwirkungen der Luft und des Frostes widerstanden haben.

III. Von den künstlichen oder geformten und gebrannten Bausteinen, d. i. von den Ziegel-Mauersteinen.

Dem Wasserbaumeister sind die Ziegel unentbehrlich. Wie sie verfertigt werden, ist allgemein bekannt. Meiner Erfahrung nach werde ich nie anrathen, die mit Steinkohlen gebrannten Ziegel zu Schleusenbrücken und dergleichen Bauwerke zu gebrauchen, weil sie entweder nicht hinlänglich oder zu stark gebrannt sind, also entweder zu viele Feuchtigkeit einsaugen, mithin vom Froste verbröckeln oder ihrer Glasur wegen den Mörtel nicht gehörig annehmen. Nur die mit Holz oder Torf aus guten Thon gebrannte Ziegel sind zum Wasserbau zu verwenden. An Flüssen ist das Verfahren der Holländer nachahmungswerth, nämlich den Fluſsschlamm dazu zu gebrauchen. Welchen Thon man auch wähle: so muſs man doch dahin trachten selbst den feinsten, durch Hacken oder einer Klaymühle zu bearbeiten. Auch ist es nothwendig ihn den Winter über ausfrieren und dann abermahls bearbeiten, das ist durchhacken zu lassen.

Die Ziegel werden von verschiedener Gröſse gemacht, diejenigen, welche der Maurer mit der Hand umspannen kann, sind in Hinsicht der Mauerarbeit die beſsten. Sie mögen 6 bis 12 Zoll lang, 3 bis 5 Zoll breit, $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Zoll dick seyn. Uebrigens gibt man ihnen eine Form und Gröſse, welche der Gebrauch erheischt. Vorzüglich weicht die erstere bey Gewölben und runden Mauern von den gewöhnlichen parallelepipedaischen ab.

Die Güte der Ziegel wird erkannt, 1) Wenn sie sich nicht leicht zerschlagen lassen und gar nicht bröckeln, sondern die Stücke davon springen. 2) Wenn sie nicht schwer sind. 3) Hell klingen, indem darauf mit Metall geschlagen wird. 4) Wenig Wasser einsaugen. 5) Wenn sie einen strengen Winter über dem Frost und der Witterung so wie der Nässe ausgesetzt weder bröckeln, springen noch ihre Farbe verändern.

Zu den Wasserbauwerken sucht man allemahl nur gut gebrannte Steine aus, und damit dieselben erhalten werden, ist fast immer nothwendig nur Steine von der kleinsten Gattung streichen zu lassen, weil diese im Innern gut ausbrennen. Die Holländer nennen sie Klinker.

IV. Von dem Bauholze.

§. 22. Das Eichenholz verdient immer vor allem übrigen Holze beym Wasserbau den Vorzug, weil es im Wasser dergestalt erhärtet, daſs es — gegen die Luft und den Eisgang geschützt — nach Jahrtausenden gut bleibt. Es ist aber leider so theuer, daſs man sich dessen nur zu Spundplanken, Rostschwellen, Deckplanken und selten zu Stutzpfählen, Brückenjochen und Brückenruther u. s. w.; aber zu Grundpfählen fast nie bedienen kann. Nothwendig wird es aber zu den Wellen der Wasserräder, und der Windmaschinen.

§. 23. Diesem folgt das Lerchenholz, dann die Kiefer und das Fichtenholz; welche Holzgattungen, wenn sie ihrer Rinde beraubt sind zu Grund- und Stützpfählen; so wie auch zu An-

kern; zu den untern Rostschwellen, Fangedämmen, zu Gurtungen, Brückenjochen u. s. w. verwendet werden.

Ulmen und *Erlenholz* ist gleichfalls gut zu Grundpfählen, Röhren und Ankern. *Buchenholz* ist zu Fangedämmen, die *Weifsbuche*, das *Ahorn*, Buxbaum und Pflaumenbaum zu dem Räderwerk der Maschinen gut.

In Hinsicht der Fällzeit sind die Wintermonate dazu geeignet. Wer sich von den Hölzern näher unterrichten will findet darüber in Burgsdorfs-Schriften, die jedem Oeconom und Baumeister bekannt seyn sollten, Unterricht.

Die Anpflanzung und Ansamung der Nordamerikanischen schnellwachsenden Hölzer scheint uns gegen dem Mangel an Bau- und Brennholz schützen zu können und in der Oestereichischen Monarchie haben sich der regierende Fürst Lichtenstein und dessen in der Forstwissenschaft sehr erfahrne Rath H. v. Walberg durch die grofsen Anlagen von Amerikanischen Hölzern, um die Waldkultur, ein grofses Verdienst erworben. Was das zu den Faschinen-Bauwerken erforderliche Holz betrifft: so darüber bereits im 1ten Bande das Wesentlichste angeführt worden.

V. Von den Metallen.

Das Eisen und der Stahl mufs geschmeidig, ohne Splitten und Schlacken seyn und nachdem es verarbeitet, etwas warm gemacht, dann aber mit Leinöhl oder Oehlfarbe angestrichen werden. Man mufs dessen Gebrauch so viel nur immer thunlich vermeiden; insonderheit selten als Klammern, welche gestohlen werden, verwenden. Zu den Schleusenbeschlägen, Schrauben u. d. gl. müssen alle Stücke nur aus geschmiedetem und nicht aus gegossenem Eisen gemacht werden.

§. 24. Zu den Zapfen und Pfannen der Schleusenthore bedient man sich einer Bronze aus $\frac{11}{12}$ Schwedischen oder guten Kupfer $\frac{1}{12}$ Englischen Zinn. Wo aber Seewasser in die Schleusen tritt, mufs das Eisen solche Composition oder das Kupfer nicht berüh-

ren, dann sonst verkalcht es nach einigen Jahren gänzlich, wie die Erfahrung lehrt.

Auch der Seeluft ausgesetzt verkalcht es und löſst sich in Blätter nach und nach ab. Man muſs daher dort, wo die Seeluft strenge ist, so viel als möglich des Eisens gänzlich zu entbehren suchen.

ZWEYTER ABSCHNITT.

VON DEM BAUGRUNDE UND DER SICHERSTELLUNG DER BAUGRUBEN GEGEN DAS EINDRINGEN DES WASSERS UND DAS ABGLEITEN DES ERDREICHS.

§. 25. Die Kenntniſs derjenigen Erdschichten, über welchen ein schweres Bauwerk angelegt werden soll, oder *die Kenntniſs des Baugrundes* — d. i. desjenigen Ortes, worinn der untere Theil eines Bauwerks aufgeführt wird — ist für den praktischen Baumeister ein wesentliches Bedürfniſs. Insonderheit müssen diejenigen Erdschichten in denen fundirt werden soll, beym Schleusenbau, genau untersucht werden, weil die Seitenwände der Schleusen groſse Lasten abgeben und weit stärker auf den Grund oder ihr künstliches Fundament drucken als der Schleusenboden. Am vorsichtigsten muſs jedoch bey der Fundirung der Brückenpfeiler und Widerlager zu Werke gegangen werden. Ich würde daher diese Materie auch bis zum Brückenbau verspart haben, wenn sie nicht mit dem Schleusenbau in der genauesten Verbindung stände, zumal da ich nicht in Voraus bestimmen kann: ob meine überhäuften Dienstgeschäfte es mir gestatten werden, den Brückenbau in einem andern Bande abzuhandeln. An diese Materie würde ich die Einrichtung der Fundamente bey Schleusen, geknüpft haben, wenn ich nicht zuvor die verschiedenen Arten von Schleusen und ihre Theile zu erklären, nöthig erachtet hätte. Ich werde daher alsdann erst von der Anlage der künstlichen

Schleusen - Gründungen *speziel* handeln, wenn mich die Lehre vom Bau der Schleusen darauf leitet. Im dritten Abschnitte werde ich daher zuvor die allgemeine Grundsätze und Maximen davon vortragen.

§. 26. Der beſste Baugrund besteht 1.) aus einem von Ritzen und lockerer Geschiebe freyen Stein, d i. aus harten Felsen und Tuſstein, oder ganzen harten Steinlagen aller Art. 2.) Einer solchen festen Damm - Schlick - und trockener Thonerde, die fünfzehn Schuh und tiefer ununterbrochen fortgeht, von welcher der Kubikschuh beynahe 80 Pfund wiegt. 3.) Aus dicht aufeinander liegenden Kieseln, die aber dem Angriffe des Stroms der Wellen oder des Eisganges nicht ausgesetzt sind; 4.) festen aufeinander liegenden trockenen Grund oder groben Sand, der ohne Mergel und Lehmtheile ist. 5.) Endlich aus Mergel und Kreidelagen oder aus feinen Sand, der auch zuweilen mit Kalk vermischt ist und wenn man darin Gruben macht nicht nachfällt.

§. 27. Alle diese verschiedenen Massen müssen jedoch weder vom Gewässer geschwängert noch unmittelbar auf solchen Erdschichten ruhen, die davon durchdrungen sind, oder die auch an Anhöhen, welche Quellen und Wasser enthalten gelehnt seyn, wenn man darauf Schleusen und Bauwerke der Art anlegen soll, ohne einen Schwellrost zu errichten. (*) Ein Beweis dieses Satzes gibt die Peterskirche in Rom. Dieselbe steht nämlich auf ein festes Erdlager, welches aber zu einer gewissen Tiefe mit unterirdischen Gewässern geschwängert ist. Daher hat die von den Nachfolgern des Bramante gemachte Verstärkung der Fundamente den Dohm nicht erhalten können, sondern man war genöthigt, denselben von unten an mit fünf Zoll dicken und 7" hohen eisernen Reifen zu umgeben.

Der sonst übrigens gute Baugrund, welcher jedoch die in diesem §. aufgestellte Eigenschaft und Lage hat, kann nur zu dem *mittelmäſsigen* Baugrunde gezählt werden, wozu ich ihn daher classifizire.

(*) Man sehe im 3ten Abschnitte die Erklärung des Schwellrostes.

§. 28. Zu dem schlechten oder unsichern Baugrunde kann gezählt werden: 1.) Die mit vielem feinem Sande vermischte Erde; 2.) Der bewegliche oder Triebsand und Flugsand; 3.) Der weifsliche Mergel; 4.) Der Torf; 5.) Die mit Gewässern stark geschwängerten Erdlagen aller Art; 6.) Das klüftige Geschiebe von Thonschiefern, in welches sich öfters grofse Höhlungen befinden; 7.) Der Schlammgrund; und 8.) der schwebende Morast.

§. 29. Jede von diesen unter sich verschiedene Arten des Baugrundes erfordert eine eigene Behandlung und Gründung des Bauwerkes. Die Untersuchung des Bodens, worauf ein schweres Bauwerk angelegt werden soll, gehört daher zu den wesentlichen speziellen Vorarbeiten eines gründlichen und vollkommenen Beruhigung gewährenden Bauplans. Dieselbe kann aber am sichersten durch Abtiefung einiger bis 10 und mehrere Schuhe in einem guten Baugrund hinabgehender Schächte geschehen; indem man darin jede Erdschichte erkennt. Diese Methode den Grund zu untersuchen, scheint die einzige zu seyn, bey welcher eine vollständige Kenntnifs der Lage der Erdschichten eintritt: denn das mit dem eisernen schraubenförmig sich endenden und unten mit einem Löffel oder einer sich durch dessen Umdrehen verschliefsenden Oeffnung versehene Werkzeug, *Erdbohrer* genannt, giebt die Erdschichten keinesweges vollständig zu erkennen. Selbst die Einrammung mehrerer Probepfähle ist nicht allemahl hinreichend, die Festigkeit des Bodens zu bewähren, weil das Erdreich weiter unterhalb aus solchen Schichten bestehen kann, die längere Grundpfähle erfordern. Die horizontalen Erdlagen sind nämlich öfters in einem kleinen Bezirk sehr verschieden in ihren Bestandtheilen. Die Erfahrung lehrt auch vielmahls: dafs bey einem und demselben Bau lange und kürzere Grundpfähle der Verschiedenheit des Erdreichs wegen, angewendet werden müssen. Es würden sonach diejenigen eine grofse Unwissenheit verrathen, welche von einem Baumeister verlang-

ten, dafs er genau die Länge der *Grund-* (*) und *Stutzpfähle* (**) ehe der Ausführung des Baues oder die genaueste Untersuchung des Bodens beschlossen wird, angeben, und während des Baues von dem Anschlage um gar nichts abgehen soll.

Wie nützlich und nothwendig indessen das Ausgraben einiger Schächte bis 10 und 15 Schuh Tiefe in den festen Baugrund ist; so läfst sich dasselbe dennoch nicht allemahl bewerkstelligen. Ein Fall, der bey Flufsbetten eintritt, und man mufs sich daher öfters mit dem Erdbohrer und dem Einrammen eines Pfahls oder einiger Pfähle begnügen. Ausser solchen Probepfählen bedienen sich die Wasserbaumeister — wie Perronet gethan hat —, einer zwey Zoll dicken eisernen Sondirstange. Dieselbe ward so lang in den Grund getrieben, bis sie mit 30 Schlägen des Rammklotzes nur drey Zoll tief einrückte. Damit man bey ihrer Ausziehung die Beschaffenheit der Erdlagen erfahren möge, so sind an derselben auf einen Schuh Abstand, kleine aus Eisenblech bestehende Taschen, die nach unten offen stehen, befestigt. Da dieselben mit Talg angefüllt sind: so drängt sich das Erdreich in dieselben hinein, wenn die Sondirstange eingerammt wird. Bey sehr grossen Bauentwürfe als z. B. bey der ausgedehnten Schiffbarmachung eines Flusses, die mehrere Schleusen erfordert ist es auch allemal nicht ausführbar, gleich bey dem ersten Entwurf des Plans an allen Stellen Schächte abzutaufen. Kann man daher nicht auf die Schichten oder Lagen des Erdreiches, worinn die Schleusen erbaut werden sollen aus den Bestandtheilen der Flufsufer schliesen, so mufs sich eines Erdbohrers zur Untersuchung des Grundes bedient werden. Der befste dazu ist derjenige, dessen sich die Holländer bedienen und der Sackbohrer heifst (Fig. 34. Tab. 83.) der zwey Zoll breite Bügel *c e* ist an einer eisernen Stange *a b* befestigt. Vorne ist derselbe mit einer scharfen Kante ver-

(*) Unter *Grundpfähle* werden solche Rammpfähle, welche fast gänzlich ihrer Länge nach in dem Grund stehen, verstanden.

(**) *Stützpfähle* hingegen stehen mehr über dem Grund hervor, als sie darin eingeschlagen sind.

sehen. Wird der Bohrer gedreht, so dringt sich die ausgebohrte Erde in das Drathnetz hinein.

§. 30. Folgende ist eine Hauptmaasregel bey Anordnung der Baugruben. Sie sind trocken, geräumig und wo möglich bis zum festen Grunde anzulegen d. i. auszuheben. Von demselben muſs daher das Wasser abgeleitet werden; welches Ableiten entweder durch den natürlichen Fall des Erdreichs, oder mit Hülfe der Schöpfmaschinen geschieht. Oefters wird es auch nothwendig, und es trägt zur Festigkeit des Bauwerkes wesentlich bey, wenn aus dem der Baugrube nahe liegenden Erdreiche das Wasser gezogen wird, welches zuweilen durch das Abbohren (3. B. S. 98.) geschehen kann. Diese letzte Arbeit darf bey solchen Bergabhängen, die stark mit Wasser geschwängert sind, nie unterlassen werden: denn es sind viele Bauanlagen in kurzer Zeit deswegen zerstört, eingedrückt, oder vom Frost gesprengt worden, weil die sie umgebende Erdlagen mit Wasser angefüllt waren.

§. 31. Den Raum der Baugrube erhält man dadurch, daſs entweder die hinlänglich cohärirende Erde mit 1 oder $1\frac{1}{2}$ Schuh Böschung abgegraben, daſs die Baugrube mittelst hölzerner Verschalungen abgestrift wird; daſs man dieselbe mit Fangdämme (*) umgiebt oder die schräge abgestochene Erde mit kleinen Verzäunungen befestigt, zwischen welchen Zäunen Steine gelegt werden, die gegen das Abstürzen und Abspühlen der Erde von heftigen Regengüssen, Sicherheit gewähren.

§. 32. Ausserhalb dem Fundamente des Bauwerkes oder dem horizontalen Boden der Baugrube muſs jedoch zum Bauverkehr ein Raum von 5 bis 12 Schuh breit bleiben. Da, wo Rammen gesetzt werden, mag man denselben soviel als nöthig vergröſsern. Bey lockern Boden kann die Böschung der Baugrube

(*) *Fangdämme* sind im Allgemeinen interemistische Abdämmungen des äussern Wassers von der Baugrube. Im Speciellen nennt man die aus einem Holzbau mit Erde gefüllten in dieser Absicht angelegten Dämme, *Fangedämme*.

mit 2 bis 3 Schuh breiten Absätzen oder Banquets unterbrochen werden, welche für den Bauverkehr und die Aufförderung der Erde sehr bequem sind. Ist der Bau bis über die Erde oder der Oberfläche des Wassers vollendet, so wird dieser Raum mit guter Damm- oder Gartenerde, mit Thon, oder schweren klein zerschlagenen Ziegeln oder dgl. Stoffen, so feste als möglich angefüllt. Auch werden alsdann die Fangdämme, ausgezogen, nicht aber abgesägt, um den Lauf des Wassers oder die Verbindung des Fallgrundes nicht zu hindern oder der Schiffahrt Schaden zuzufügen, der von den hervorstehen gebliebenen Pfählen gar leicht erfolgen kann. Auch die Pfähle und Planken der Schalwände müssen weggenommen werden, weil sie die Verbindung des Füllgrundes mit dem natürlichen Erdreiche hindern. Jedoch nicht eher bis der Raum mit andern guten Füllmaterialien ausgestampft ist; nämlich wenn das abgesteifte Erdreich schlammig und mit Wasser geschwängert ist, wo es den besagten Raum anfüllen würde, sobald man die Verschalung weggenommen hätte.

§. 33. Was nun die Aushebung der Erde, Steine u. d. gl. aus der Baugrube anbetrift, so verweise ich den Leser auf dasjenige, was beym Deichbau §. 64. u. s. w. über die Transportation der Erde vorgetragen ist, und bemerke nur, dafs man dieselbe Stückweise vornehmen und deswegen die Baugrube in gewisse Bezirke abtheilen müsse. Insbesondere ist diese Vorsicht daselbst nöthig, wo während des Aushebens der Baugrube zugleich das in dieselbe eindringende Wasser ausgeschöpft werden mufs. Denn wollte man diese Vorschrift versäumen, so würde das Wasser, welches in den gesammten Bezirk eindringt ausgeschöpft werden müssen, anstatt es auf die angezeigte Weise nur in einen kleinen Bezirk einquellen kann.

Diese Aushebung der Baugrube mufs in solchen Boden der voller Quellen oder morastartig ist noch früher als die Einrammung des Fangdammes vorgenommen werden, weil man denselben so tief als möglich und nöthig ist mit guter Erde füllen mufs, um das Wasser nicht durchzulassen.

§. 34. Bey Einrichtung der Baugrube und Fundamente muſs man auch folgende Vorsicht brauchen. Ehe nämlich der Bauführer sie auf das Terrain aussteckt müssen zwey oder vier feste Niveau - Puncte an — zu diesem Behuf eingerammten — Pfählen, oder an ein bestehendes Gemäuer abgesteckt werden, auf welchen Puncten sich die Zeichnungen des Bauwerkes beziehen sollten.

Alle Plane sind aber deutlich und genau zu verfassen und in Hinsicht auf die Höhen nach den angenommenen Niveau-Puncten zu cotiren d. i. darauf die Maaſsen der einzeln Theile des Bauwerks zuschreiben; welches bey allen verticalen und horizontalen Durchschnitten geschehen muſs. Zugleich müssen die bey dem Bau angestellten Werkmeister genaue Maasstäbe haben, denn so geringfügig auch diese letzte Vorsicht zu seyn scheint, so hat die Unterlassung derselben, doch öfters viele Fehler zur Folge gehabt.

§. 35. Die *Schalwände* oder die *Absteifungen* bestehen, wenn der abzusteifende Grund locker ist, aus schief oder vertical auf 6 bis 16 Schuh Abstand eingeschlagenen Stutzpfählen *a* Fig. 22. Tab. 83. und dahinter horizontalliegenden 2 bis 4 Zoll dicken Planken *b* oder Balken, hinter welchen eine zweyte Reihe Stützpfähle *c* kommt; die auf 10 bis 15 Fuſs Abstand eingerammt werden. Die groſsen Stützpfähle werden dann mit einer Holbe *e* gedeckt.

§. 36. Wird auf einen gewissen Abstand von dieser eine solche zweyte Wand *fg* gemacht, so muſs eine Queerholbe *h h* über beyde Wände, als zur Verankerung oder zum Zusammenhalten dienend, gelegt und der Zwischenraum mit Erde oder Thon gefüllt werden. Das ganze heiſst dann gewöhnlich ein *Fangedamm.*

§. 37. Bey einer Absteifung eines sehr weichen Bodens und bey hohen Baugruben ist man genöthigt auf 10 bis 15 Fuſs Abstand von denen die Plankenwand haltenden Stützpfählen zwey oder drey Grundpfähle beysammen einzurammen, wo so-

dann diese mit den vordern Stutzpfählen mittelst eines Balkens, *Anker* genannt, in Verbindung gebracht werden. Eine Construction, die der im 2ten Bande S. 474. beschriebenen ähnlich ist. In Fig. 3. Tab. 67. ist eine solche doppelte Verankerung der Art dargestellt.

§. 38. Wie aber eine sehr zusammengesetzte Verankerung in die Erdwände hineingemacht werden könne, diefs zeigt Fig. XI. Tab. 83., welche einen Queerschnitt von einer der Schiffsdocken zu Karlskrona und die Verankerung in *A* und *B* darstellt.

§. 39. Wird bey mittelmäfsig festen wasserleeren Boden blofs eine einfache Verschalung oder Absteifung nothwendig, so kommen die Stutzpfähle vor den horizontalen Balken oder Planken auf 6 bis 10 Schuh Abstand und $\frac{1}{3}$ ihrer Länge in den festen Grund zu stehen.

Besteht der Boden aus blosem Quellsand, wodurch Wasser eindringt, so mufs ein Stutzpfahl an den andern gerammt werden, um dahinter die Balken horizontal zu legen. An denselben wird sodann gleich die Garten- oder Thonerde dergestalt *angebermt* (*), dafs sie den Sand hinreichend zusammenpresse, um das Wasser nicht durchzulassen. Die Stutzpfähle werden aber mit 500 bis 900 Pfund schweren Rammklötzen eingeschlagen, bis sie auf 30 Schläge nur $\frac{1}{2}$ Zoll einrücken.

§. 40. Kann ein Bauwerk in einem Jahr nicht aus der blos von Erdwänden bestehenden Baugrube herausgeführt werden; so erfordert die Scarpirung dieser Wände noch eine gröfsere Vorsicht und Schräge. Denn der Frost zieht aus den obern Erdtheilen die geringe Feuchtigkeit, welche zum Aneinanderhalten derselben nothwendig ist, und kömmt dann der Frühling, wo die Sonne die wenig zurückgebliebene Feuchtigkeit trocknet, so rollt die sonst festgestandene Erde in die Baugrube hin-

(*) *Anbermen* heifst die gute Füllerde feste an etwas anstampfen, oder mit Schubkarrn und Wagen anfahren.

ab. Auch die Regen des Spät- und Frühjahrs schwemmen die Böschungen herunter. Unter solchen Umständen mag man daher die Baugrube mit Absätzen oder wohl gar mit Verzäunungen versehen, aber vorher schräge abstechen. Bey Anlagen, die während eines Sommers in solcher Baugrube fundirt werden, kann jedoch an der Erdaushebung manches in Ersparung kommen. Dieser Umstand muſs überhaupt bey allen Arten von Fangedämmen wohl in Erwägung gezogen werden.

§. 41. So oft nun ein aus Gemäuer bestehendes Bauwerk nahe an ein Gewässer angelegt wird, muſs es wie gesagt, — wenn dasselbe nicht in Kisten aufgeführt wird — während des Baues, davon getrennt werden, damit man im Trockenen arbeite. Diese nothwendige Bedingung wird erreicht, wenn man das Gewässer entweder auf beständig oder nur eine Zeitlang auf einem andern Wege leitet, oder wenn die Baugrube mit künstlichen Abdammungen von denselben getrennt, d. i. abgeschlossen wird. Zuweilen trifft es sich dann, daſs die Baugrube mit einer Abdammung gänzlich umgeben werden muſs, welcher Fall bey Brückenpfeiler fast immer eintritt. Die zur Erreichung dieser Absicht dienenden interemistischen Abdämmungen werden entweder von Faschinen- oder Erddämmen Tab. 69. oder auch aus zween Wänden, oder einer Wand bestehenden Holzbau gemacht, woran oder worin, in den mehrsten Fällen, Erde gebraucht wird.

§. 42. Soll die Baugrube mittelst eines mehrere Schuhe hohen Fangedammes gegen den Anfall heftiger Seewogen oder eines Stromes geschützt werden, so wird ein Faschinendamm oder vor dem von Dammplanken (§. 29.) aufgeführten Fangedamm ein Erddamm nothwendig, der überdieſs mit Verzäunungen, versehen wird, zwischen denen Steine gelegt werden, wie denn ein ähnlicher aus Faschinen gemachter Damm die Schleusengrube der Schleuse de la Barre zu Havre gegen den Anfall der Fluth gedeckt hat.

§. 43. Besteht die Abdammung nur aus einer *im Wasser* geschlagenen oder errichteten Holzwand, so nennt man sie eine

Stauwand. Bildet sie mit zwo Spundwänden oder von horizontal gelegten Planken gemachte wasserdichte Wände einen Kasten, dessen innerer Theil mit Erde, Schlick, Kreide, Thon, mit Erde vermischten feinen Sand (*) oder Sägespäne mit Erde dazwischen, angefüllt wird: so heifst dieselbe *Fangedamm*, *Klopfdamm*, *Kistdamm* oder *Dammkiste.* Eine aus Erde oder Faschinen gemachte Abdammung heifst blos ein *Damm.*

§. 44. Wenn die Fangdämme das Durchdringen des Wassers unter ihrer Sohlen verhindern sollen, welches bey lockern Grund der Fall ist, so bestehen sie gewöhnlich: *I.*) aus zu beiden Seiten davorgeschlagenen Stutzpfählen *o* und *y* Fig. 2. Tab. 87, *II.*) Aus zwey Reihen *Spund-* oder *Dammplanken t* (**) *III.*) Aus den *Gurtungen y* welche vor den Stutzpfählen horizontal gelegt und daran befestigt werden. *IV.*) Aus den auf 12 bis 18 Schuh Abstand liegenden Queerholben *z*, die von einem Stutzpfahl zum andern gehen und darein eingezapft sind.

§. 45. Lange Spundwände erhalten bey *t*, und oberhalb noch zwey *Gurtungen* oder *Zwingen*, um sie vertical schlagen zu können; das Aufsteigen einzelner Planken zu hindern und dem Fangedamme eine bessere Haltbarkeit zu geben. Es versteht sich von selbst, dafs diese Gurtungen beym niedrigsten Wasserstande, an die zuerst und den Enden der Wand eingeschlagenen Stütz-

(*) Sand allein, wenn er nicht sehr rein ist läfst dem Wasser Oeffnungen.

(**) Im Allgemeinen nennt man diejenigen Pfähle, welche eine das Wasser zurückhaltende Wand machen und daher dicht neben einander stehen, oder einen Theil ihrer Breite nach ineinander gefugt werden. *Dammpfähle*, wenn sie im Quadrat gleich stark sind. Wenn sie aber viel breiter als dick sind, *Dammplanken.*

In der speziellen Abtheilung heifst aber nur ein länglicht viereckiger Pfahl oder Planke einer solchen Wand so, und die mit Nuthen oder Nuthzapfen versehene Pfähle und Planken werden *Nuthpfähle* oder *Nuthplanken Spundpfähle* oder *Spundplanken* genannt, worüber §. 28. das Nähere vorkommt.

pfähle und Spundplanken angelegt werden, welches noch immer einige Schuhe unter dem Wasser geschehen kann.

§. 46. Manche Fangdämme bestehen (Fig. 69., 70. und 23. Tab. 84.) aus einer auf 4 bis 6 Schuh Abstand stehender Reihe Stutzpfähle an jeder Seite. Vor und hinter welchen eine Gurtung befestigt ist. Längs derselben steht wieder eine Spundwand und hinter derselben liegt wieder eine Gurtung. Dann kommen auf 8 Fufs Abstand die Queerholben und das Ganze ist zwischen den zwo Wänden mit Erde, Thon u. d. gl. gefüllt.

§. 47. Die Stutzpfähle dienen zur Haltung der Gurtungen und diese werden gelegt. Damit die Dammplanken zwischen je zwo solcher Gurthölzer oder längs einem Gurtholze in einer geraden Flucht (Richtung) eingerammet werden können. Die Queerholben sind eigentlich Zwingen, welche das Auseinanderweichen der Stutzpfähle und Dammplanken verhindern.

Zur Antreibung der Queerhölzer an die Stutzpfähle oder der Dammplanken an jene, mufs man sich hölzerner Nägel, in denen vorne ein kleiner Keil eingetrieben wird, wenn sie eingeschlagen sind, damit sie nicht wieder zurückgleiten, bedienen.

Solche Nägel leisten wenn sie vom harten Holz genommen sind, eben so gute Dienste als die eiserne, die sonst gewöhnlich gebraucht werden, und welche vorne eine Oeffnung Oehse haben, durch welche ein eiserner Splies der Queere nach gesteckt wird, welches auch in der angezogenen Figur angedeutet ist. Ueberhaupt mufs man des Eisens so wenig als möglich (bey dergleichen Anlagen) gebrauchen, weil dasselbe durch allerhand Mittel entwendet wird.

§. 48. Wiewohl solche Abdammungen nur auf eine Zeitlang stehen, und das Wasser abhalten sollen, so erfordert ihre Anlage doch viel Vorsicht. Lassen sie während des Baues das Wasser in die Grube eindringen: so entsteht Aufenthalt im Bau und eine unnütze Ausgabe, die nicht selten sehr bedeutend wird. Sie müssen daher tief genug fundirt werden um das Einquellen des Wassers zu hindern.

Vor drey Jahren habe ich es leider mit angesehen, wie ein solcher Fangedamm das Wasser durchliefs, während dafs an den Schöpfmaschinen, die aus der Baugrube das Wasser auffördern sollten, Tag und Nacht 500 Mann arbeiteten. So wurde mehrere Wochen über diese Danaiden - Arbeit verrichtet, welche 24000 fl. kostete und das Wasser fiel nicht eher bis es in dem vor der Baugrube vorübergehenden Flusse gefallen war.

§. 49. Unter allen Umständen ist es daher eine practische Vorsicht, dafs man die Fundamente der Bauwerke in Jahreszeiten zu legen suche, in welchen die Flüsse gewöhnlich niedriges Wasser führen; Und dafs man das unterirdische Wasser von der Baustelle auf alle erdenkliche Weise ableite. Es ist daher wenn sich Quellen einstellen, bey Errichtung einer Canalschleuse die untere und obere Canalhaltung in der Nähe der Schleuse, nachdem ein hinreichend dickes Erdstück stehen geblieben ist, bis unter der Gründung der Schleuse auszuheben. Ein gleiches ist bey den Schleusen, die an Häfen und Bassins angelegt werden, zu beobachten.

§. 50. Um der langen Spundwände, welche sich während des Einrammens umbiegen und aus den Falzen springen zu entbehren, wird auch wohl der obere Theil eines hohen Fangdammes aus solchen Planken gemacht, die hinter den Stutzpfählen horizontal liegen, wo denn der untere Theil nur eine Spundwand erhält. Auf diese Weise ist (Fig. xv. xvi. und xvii. Tab. 83.) der Fangedamm vor der Schleusengrube am Seehafen Nieuwediep in Holland gemacht worden, dessen Construction im 2ten Bande S. 471 beschrieben ist. Damit ich hier seine Beschreibung nicht zu wiederhohlen nöthig habe und der Leser dennoch die Construction dieses merkwürdigen Fangedammes leicht verstehe; so liefere ich hier die nach jener Beschreibung entworfenen citirten Zeichnungen und bemerke noch folgendes.

a b und *c d* sind die zwey Pfahlreihen der schräge eingerammten Stützpfähle.

e und *f* sind die obern Gurtplanken oder Gurtungen.

g und *h* die untere und äussere Gurtungen.

i i die Koppelhölzer oder Holben.

k k sind die innere Gurtungen, oder Queerplanken, welche 4 Fuſs unter der Fluth liegen.

l l das zwischen den Spundplanken, welche an dem Krummholz *m m* anstoſsen, beſestigtes Gurtholz; oder die Planke.

p p sind die horizontal liegenden Planken, und *n* Fig. XVI. ist die tonnerunde Erddecke des Fangedammes 2. B. S. 472. Z. 28.

Dieser Fangedamm war so dichte, daſs er kein Wasser durchlieſs. Aus der Schleusengrube wurde anfänglich das Wasser bis zur Ebbe durch die kleine Schützöffnung *A* Fig. XV. ausgelassen.

§. 51. Bey Errichtung der eigentlichen Fangdämme sind diese in den ſolgenden §. §. enthaltene Vorschriften als die wesentlichsten zu beachten, bey denen ich zugleich die Nuth- oder Dammplanken näher beschreiben will.

§. 52. Muſs das Ende eines Fangdammes, oder einer jeden künstlichen Abdammung nicht blos an ein Gemäuer, einer Felsen oder an eine feststehende Erdmasse sich nur anschlieſsen, sondern in solche hineingehen, damit das Wasser nicht eine Oeffnung finde, durch welche es in die Baugrube eindringen und den Fangedamm umgehn könne. In gleicher Absicht müssen die Ecken der Dammkisten auſs sorgfältigste gemacht, und der Grund der Baustelle, noch ehe der Fangedamm errichtet wird, muſs von Holzwerk, Steinen, Wurzeln, Schlamm und Triebsand gereiniget werden. Nämlich bis auf eine solche Tieſe, die das Durchdringen des unterirrdischen Wassers nicht befürchten läſst. Diese Regeln gelten auch für die Plätze, worinn die Spundwände selbst kommen.

§. 53. Die Fangedämme müssen wenigstens zwey Schuh höher als die zur Bauzeit gewöhnlich einfallenden höchsten Gewässer stehen, angelegt werden.

§. 54. Wir wollen nun die Form der *Dammplanken* betrachten. Dieselben müssen so dicht als möglich *aneinander* oder *ineinander schlieſsen*, daher ihre Benennung entstanden ist, denn

sie sollen eine wasserkehrende Abdammung machen. Ihre Dicke kann 3 bis 8 Zoll und ihre Breite 10 bis 18 Zoll seyn, wenn sie ohne Falzen gemacht werden, sonst mag die erstere 3 bis 6 Zoll betragen. Bey Grundbauen mufs sie aber etwas stärker seyn. Da eigentlich die zwischen zwo Dammplanken-Reihen festgestampfte Erdmasse, das Durchsickern des Wassers verhindert, so ist bey allem Baugrunde der nicht aus Triebsand, Moor oder unterirrdische Quellen besteht, es eine übertriebene Vorsicht, wenn man die Dammplanken in einander schiebt, als wodurch das Einschlagen derselben mühsamer und kostbarer wird, auch die Dicke derselben wegen der Falzen vermehrt werden mufs. Die Holländer machen sie daher nur gewöhnlich vierkantig, es sey dann, dafs im Triebsande oder weichem Boden gearbeitet wird, denn darinn mufs man sich lediglich auf die gute Fügung der Dammplanken verlassen. Tab. 83. Fig. 16. stellt den Grundrifs und 20 den Aufrifs zwoer solchen Dammplanken vor. Andere geben denselben einen 1 bis 2 Zoll breiten und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll tiefen Falz oder eine Nuthe *a* Fig. 17. und einen Zapfen *b*, welcher in die Nuthe *c* einer andern Planke eingreift, deswegen heifsen sie auch *Nuthpfähle* oder *Nuthplanken.* Da, wo lange Spundwände nothwendig sind und wo die dünnen Dammplanken wegen ihrer Biegsamkeit nicht vertical eingerammt werden können, schlägt man mit Falzen versehene Pfähle *aa* Fig. 23. zu 12 Zoll im Viereck und dazwischen ein, zwey und mehrere Dammplanken (*b*) ein. So hat man beym Bau der Brücken de la Ferté zwey Dammplanken zwischen je zwo Spund- oder Nuthpfähle eingerammt. Einige geben diesen Nuthen und Zapfen die Form von sogenannten Schwalbenschwänzen Fig. 18. Manche Bauführer lassen diesen Zapfen weg, geben jeder Dammplanke zwo Nuthen Fig. 21. und treiben in der viereckigten Oeffnung *ab*, welche zwo aneinander geschlagene Dammplanken formiren, einen hölzernen *Spund*, weswegen solche Wände auch *Spundwände* und die Dammplanken Spundplanken genannt werden. Auch macht man die Nuthe *a* Fig. 19. und den Zapfen

(*Nuthzapfen*) *b* triangelförmig. Endlich hat man sich in Schweden bey dem vor Carlscrona angelegten Fangedamme einer noch künstlichern Fügung, wie Fig. 24. oder 25. zeigt, bedient. Die Spundplanke wurde nämlich auf eine unter 45 Grad schräge stehende Holzwand gelegt und dann erst in den Grund eingetrieben. Da es eine krumme Linie war, nach welcher diese Spundwand geschlagen wurde, so kam es dabey vorzüglich darauf an, daſs die Spundplanken auch seitwärts, während sie heruntergeschoben wurden, nicht auseinander wichen. Dazu diente nun die in *a* bezeichneten Nuthen und die Zapfen *b*, welche also, wiewohl sie mittelst eigends zur Ausspundung verfertigten Hobel mühsam und kostbar zu machen waren, wie die Form zeigt, dem Zweck entsprachen. Ganz anders würde aber das Urtheil ausfallen, wenn solche Spundplanken zu vertical einzurammenden Spundwänden gebraucht werden sollten: denn hiezu sind sie nicht anzurathen.

§. 55. Bey guter Füllerde, die kein Wasser durchläſst, ist die erste Art, oder es sind die eigentlichen Dammplanken (die vierkantigen) Fig. 16. die beſsten; nur müssen sie genau aneinander gerammt werden. Eine Vorsicht, die jedoch auch bey den übrigen Arten beobachtet werden muſs und worüber unten das Weitere vorkömmt.

§. 56. In einem lockern Boden mag man sich also der Dammplanken mit parallelepipedaischen Zapfen und Nuthen bedienen *a*) weil die triangelförmigen aus den Falzen springen und die Spunde wegen ihrer Schmäle und wenigen Steifigkeit nur mühsam in die Oeffnung zu bringen sind, welche aber gar nicht heruntergeschoben werden können, wenn in diese Oeffnung Holz oder dergleichen herunterfällt, welches leicht geschehen kann.

§. 57. Die Dammplanken oder Dammpfähle, welche aus Ulmen, Eichen, Buchen oder Nadelholz bestehen können, müssen auf dem Zimmerplatz dergestalt zugerichtet und daher nummerirt werden, wie man sie einzurammen gedenkt und zwar je

zehn Stück auf die Zulage zusammen. Damit sie von der Sonne nicht krumm gebogen werden, so mufs man sie bald nach ihrer Zurichtung verarbeiten oder zwischen Schraubenzwingen legen. Die Falzen werden aber mit den dazu geformten Hobeln gemacht, indem man die Dammplanke in eine auf den Zimmerplatz befindliche grofse Zwingebank einspannt, deren Seitenwände mittelst einiger dadurch gehenden hölzernen Schrauben auseinander oder zusammen gespannt werden, je nachdem die Dammplanken dicke oder dünne sind. Der Hobel, womit die Nuthe bis auf $\frac{5}{4}$ Zoll tief durch zwey Mann ausgestofsen werden kann, heifst *Nuthhobel.* Die Falzen an der Seite des Zapfens *b* Fig. 15. werden mit dem *Falzhobel* abgehobelt. Soll die Nuthe tiefer und der Nuthzapfen länger als $\frac{5}{4}$ Zoll seyn, so mufs das Stemmeisen oder die Breitaxt gebraucht werden. In den mehrsten Fällen wird daher die Tiefe der Nuthe zu 1 bis $\frac{5}{4}$ Zoll hinreichen müssen und können. Auch die vierkantigen Dammplanken müssen nach der schmalen Seite genau abgekannt und dann abgehobelt werden, damit sie dicht aneinander passen.

§. 58. Was die Spitze *a* Fig. 20 (*) der Dammplanken anbetrifft, so wird sie einen Schuh lang, nach der dicken Seite der Planke zwey Zoll breit, und nach der Breite ein Drittel derselben schräge abgeschärft. Bey einem Grunde, worin sich Steine befinden, wird sie mit Eisenblech beschlagen, das ist mit einem Schuh, der beyläufig 9 bis 20 Pfund wiegt, versehen. Die Nagellöcher *b*, welche an denselben kommen, müssen vertical länglicht stehen, damit sie, wenn der Schuh etwas aufgeschoben wird, längs den Nägeln hingleiten, und dieselben nicht absprengen (S. 4ter Abschn. vi. Abth. §. 28.). Bey einem weichen Grunde mufs die Spitze blos gebrannt werden.

Wollte man den Dammplanken, wie den Grund- und Stützpfähle, eine nach allen Seiten scharf zulaufende Spitze ge-

(*) In dem Durchschnitt der einen Nuthplanke (Fig. 20. *B.*) ist die Nuthe in *cd* zu sehen.

ben, so würde sich in den Zwischenraum zweyer Spitzen, während des Einrammens die Erde einschieben, folglich die Dammplanken auseinander zu streben trachten. Ein anderes ist es jedoch, wenn man statt der Dammplanken, die nur eine Dicke von drey bis acht Zoll haben (wegen der Höhe von der Spundwand) acht bis zwölf Zoll dicke Dammpfähle gebrauchen muſs (Fig. 2. Tab. 82.), welche sich natürlich nicht so leicht als die dünnen Dammplanken auseinander zwängen lassen.

§. 59. Die Eintreibung der Dammplanken zu Fangedämmen betreffend: so müssen sie 3 bis 8 Fuſs senkrecht in den festen Boden eingerammt werden, damit das Grundwasser unter dieselben nicht durchdringe. Da sie zwey Drittel bis drey Viertheile ihrer Länge aus dem Grunde hervorragen können, so werden sie 9 bis 32 Fuſs lang gemacht. Bey der Brücke von Neuilly waren sie 21 Fuſs lang, 4 Zoll dick und 9 Zoll breit und hatten einen 10 Pfund schweren eisernen Schuh. Mit 600 bis 900 Pfund schweren Rammen hatte man sie 3 bis 6 Fuſs in den festen Grund eingetrieben. Bey der Brücke von Orléans waren sie 16 bis 20 Fuſs lang und standen 4 Fuſs tief im festen Grunde. Bey dem im 2ten Bande S. 471. beschriebenen merkwürdigen Fangedamm Tab. 83. Fig. xv. sind die 10 bis 12 Fuſs. langen Dammplanken 4 bis 5 Fuſs tief eingerammt worden.

Die Stützpfähle müssen 3 bis 4 Fuſs tiefer eingerammt werden, als die Dammplanken und in einem leichten Boden eine Schräge von 1 bis 3 Zoll auf den Fuſs Höhe erhalten, in einem festen Boden werden sie aber vertical eingeschlagen.

§. 60. Da das Eindringen der Pfähle (7ter Abschnitt der 6ten Abth. §. 15.) von der Erschütterung ihrer Holzfiebern abhängt, so ist es offenbar, daſs alle Nuthpfähle und Nuthplanken mit mehreren Rammschlägen eingeschlagen werden müssen, als die einfachen Dammpfähle oder Dammplanken. Ohne Noth sollte man sich daher der Nuthplanken nie bedienen; und es ist zu wünschen, daſs man auf einer und derselben Baustelle über das Einrücken der verschiedenen Spundplanken und Damm-

planken Versuche anstellte, um eine practische Uebersicht wegen den Kosten, welche noch durch die Bearbeitung der Nuthen und Zapfen vermehrt werden, zu haben.

§. 61. *Die Dicke der Fangedämme*, worunter ich den Abstand der Aussenseite von der gegenüberstehenden Dammplanke verstehe, anbetreffend, so bin ich bereits in der Uebersicht der Wasserbaukunst von der gewöhnlichen Angabe abgegangen und ich habe daselbst 1ter Band S. 112. folgendes bemerkt. Gautier in seinem Traité des ponts p. 84., dem viele Schriftsteller und noch die jüngsten nachgeschrieben haben, sagt: daſs man die Dicke eines solchen Fangdammes, der ein stillstehendes Wasser zurückhalten solle, der Wasserhöhe gleich machen müsse, und daſs sie beym strömenden Wasser um das Doppelte zu vermehren sey. Wird indessen die Construction eines solchen Fangedammes betrachtet und daher erwogen: daſs die vordere Wand dem Drucke des Wassers in Gemeinschaft mit der hintern, mittelst den queer übergehenden Holben widerstehen muſs, so wird man sich davon überzeugen: daſs nämlich eine beträchtliche Dicke überflüssig sey, daher denn auch Perronet in den Abdammungen der Brücke zu Neuilly die Pfähle auf 9 Fuſs Abstand gegenüher gestellt hat. An den Umdammungen der Brücke von Nantes betrug dieser Abstand 12 Schuh; an der Brücke von Orléans eben so viel und an der Brücke de la Ferté 9 Schuh (Receuil etc. des Ponts, par Pitrou) — Régémortes in seinem Werke über die Brücken hält diese Dicke zwischen 6 bis 9 Fuſs hinreichend und gewiſs hatte derselbe mehr Erfahrung, als irgend ein Brückenbaumeister nach Perronet.

Ich will nun diese Materie hier mit noch einigen instructiven Beyspielen bereichern, welche unleugbar beweisen, daſs die Dicke der Fangedämme noch geringer als 6 Schuh gemacht werden könne und die gröſste Dicke nur 12 Schuh betragen dürfe. Vor einem der Brückenpfeiler bey Orléans erhielt nämlich der Fangdamm eine Dicke von zwey Schuh (Perronet Tome II. p. 4. Tab. XXV.) Um einen Pfeiler der Brücke von Neuilly (Tab 14.

des P. W.) wurde dem Fangdamme eine Dicke von 8 Schuh gegeben. Noch andere Abdammungen erhielten eine Dicke von 3 bis 6 Schuh, wie deren Tab. 84., Fig. 23. enthält. Der vor der Seeschleuse am Nieuwendiep angelegte Fangdamm, welcher ein 20 Schuh hohes Wasser und die Brandungen der See abhalten mufste, war nur 13 Schuh dick (Band 2. Seite 471.) Tab. 83. Fig. xv. Die Balkenabdammung *E* Fig. 10. Tab. 69. vor der Schleuse de la Communication zu Havre hatte eine Dicke von 11 Fufs und die Schleuse von Slykens wurde von einer einen Schuh dicken Balkenwand *i h* Fig. 15. Tab. 74. gegen die 20 Schuh hoch stehende Wassermasse geschützt, als ich im Jahre 1800 ihre Restauration sah.

Wir sehen daher, dafs es bey der Dicke der Fangdämme auch wesentlich auf die Stärke deren dazu gebrauchenden Hölzer ankömmt, und dafs man sich unter gewissen Umständen blos einer Balkenwand oder einer Reihe Spundpfähle bedienen könne, wenn der Grund nicht quellenartig, sondern feste ist, daher kein Wasser in der Nähe der Holzwand durchläfst. Das letztere ist bey dem Grundbau der Essex- Brücke zu Dublin mit dem besten Erfolg geschehen (a Treatise on Building in Water by Georg Semple p. 99.) Ich rede daher hier nur von der Dicke solcher Fangdämme, die mit Erde gefüllt werden, und auf eine lange Zeit dem vorbeyfliesenden Wasser, so wie den Durchquellen desselben, widerstehen sollen.

Nach allen diesen Erfahrungen kann festgesetzt werden:
Höhe der Fangdämme über den festen Boden bis
6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 Fufs
Breite oder Dicke 3 bis 4,
4 bis 5 u. s. w. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, Fufs
Die Dammplanken mögen tief stehen
3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, Fufs
Schweere der Rammklötze 300 bis 500, bis 600, 700, u. s. w. 900; 1000, 1100, 1200 Pfund je nach der Dichtigkeit des Erdreichs.

Eine Ausnahme bey der Dicke der Fangdämme findet jedoch in dem Fall statt, wenn man dieselben zu Laufbrücken oder zur Stellung der Schöpf- und Rammmaschinen gebrauchen muſs. Dann dürften sie selten schmäler als 12 Schuh breit gemacht werden können. Ein Fall, der beym Bau der Brücken sehr häufig eintritt.

§. 62. Weiter besteht die Vorsicht bey Errichtung der Fangdämme darinn *a*) sobald das hölzerne Gerippe des Fangdammes vollendet ist, muſs der vom ersten Aufräumen (§. 9) noch etwa zurückgebliebene flüchtige Sandgrund und Schlamm, welcher sich darinn befindet, mit Sandkratzer oder Schlammräumer (Baggermaschinen) vollends herausgefördert werden, welche Maschinen an einem andern Ort beschrieben werden sollen. Von den einfachsten Schlammräumern ist das Mannöver in Tab. 84. Fig. 69 und 70. dargestellt. Zuweilen muſs solche Ausräumung sehr tief geschehen. So lieſs z. B. Régémortes bey der Brücke von Saumur den Sand auf 12 Schuh tief ausbaggern.

Bey dem sehr tief liegenden Triebsand kann man jedoch wegen Zurückhaltung desselben, die Vorsicht anwenden: über demselben lebendigen Kalk, Pozzolane, Traſs oder andere wasserkittartige Massen, einige Zoll dick, zuschütten, worauf dann wieder Ziegelgraus oder Mauerschutt zu liegen kommt, um damit einen wasserdichten Boden zu machen. Dieses Material wird mittelst des sogenannten Knechtes von einer Rammmaschine zusammengestoſsen und zwar mit Hülfe einer Röhre, wenn das Zusammenstoſsen im Wasser selbst bewerkstelliget werden muſs, wie denn ein solches Verfahren im 3ten Bande S. 288. gezeigt ist.

b.) Zur Füllerde muſs, wie gesagt, diejenige Erde genommen werden, welche einer starken Cohäsion fähig, also fein körnig und fett ist, und die bey trockenem Wetter weder Risse noch Spalten erhält. Diese besteht aus Garten-Kley-oder Schlickerde. Auch Thon und Kreide, ja im Nothfalle reiner Sand mit Erde vermischt, kann gebraucht werden, nicht aber Lehm, der leicht spaltet, es sey, daſs man ihn mit starkem Kalchwasser an-

feuchtet. In der Nähe der Sägemaschinen kann man sich auch der stark angefeuchteten mit Erde vermischten Sägespähne bedienen. In den Fällen, wo Quellwasser zu befürchten ist, wird man genöthigt vor dem Fangedamme hin noch Steine, Erde, Ziegelschutt u. d. gl. zu schütten oder bey der See ein Faschinenwerk anzulegen, um den Boden zusammen zu pressen. Das letztere kann auch zur Abwendung des Stromes nöthig werden.

c.) Wenn eine Baugrube rund herum mit einem Fangedamm umschlossen werden soll, so ist die dichte Verwahrung von dessen Ecken nothwendig. Dieselbe kann mit der gewöhnlichen und wirklich in der Praxis besten Spundplanken *a b* Fig. 17. Tab. 83. dergestalt gemacht werden, dass der Schluss *c* aus einem starken Spundpfahl besteht, dessen Form kann wie *C D* oder *E* gemacht werden.

d.) Wählt man zu den Spundplanken 4 bis 8 Zoll dickes Holz, so kann man sich daselbst, wo weder Strom, Wellenschlag, noch ein weicher, das Wasser durchlassender Boden statt findet, mit *einer Spundwand*, wenn dieselbe sorgfältig geschlagen ist, begnügen; bedarf daher nicht zweyer Spundwände, noch eines Erddammes dazwischen.

e.) Soll in diesem Fall die Baugrube nur von einer Seite gegen das Eindringen des Wassers geschützt werden, so wird längs derselben nach binnen zu eine Gurtung gelegt und auf 6 bis 12 Schuh Abstand ein Stützpfahl dahinter eingeschlagen und dann längs der Gurtung die Spundwand eingetrieben.

f.) Umgiebt man unter diesem Umstand die Baugrube mit einem Fangedamme Fig. 17. Tab. 83., so mag die Gurtung *d d* vor der Spundwand kommen. Um diese aber gegen das Ausweichen zu sichern, so werden Anker *e f*, auf 5 bis 10 Fuss Abstand, queer übergelegt, vor denen bey *g* Keile gesteckt werden. Dieselben können bey den Fangdämmen aus Holz und bey den Fundirungen aus Eisen bestehen. Der Englische Brückenbaumeister Semple hat sich dieser Verbindungen mit sehr gutem Erfolge bedient. Sie ist insbesondere bey Fundirungen sehr nützlich.

g.) Ist das Terrain der Baugrube nun so beschaffen, daſs die Spund- oder Stutzpſähle nur einige Schuhe in den Grund, aber 15 Schuh und mehr darüber stehen müssen, so muſs der Fangedamm mit schrägen Stutzpſählen *l* Fig. XIX. *A* Tab. 83., die sich unten auf den Boden an vertical eingerammten Pſählen *k* und oben an die Gurtungen *m* stützen, gegen das Ausweichen gesichert werden. Eben so kann ein etagenmäſsiger Fangedamm Fig. XVIII. sehr durch die Streben *d* und *e* verstärkt werden, die sich entweder an eine Gurtung (*g*) oder an ein kurzes Queerholz (*f*) anspreitzen.

§. 63. Zuweilen läſst man auch die hohen Fangedämme aus mehreren Absätzen bestehen. Dieselben sind alsdann aus Stutzpſählen *a*, denen darüber liegenden Holben *b* und den hinter den Pſählen horizontal gelegten Planken *cc*, so wie aus einer Erdanſüllung *ii* gemacht.

§. 64. Sollte jedoch ungeachtet dieser Sorgfalt unter den Fangdamm das Wasser durchquellen, so kann man beym stillstehenden Wasser vor demselben lebendigen Kalk einschütten. Ein Mittel, dessen sich der Ingenieur Garipuy, bey dem groſsen Sperrdamm an dem Bassin Lampy, welches einen Theil des Speisewassers zum Canal von Languedoc enthält, bediente. Oder es muſs der lockere Grund weggeräumt und eine Anſüllung mit Thon, Kreide und Steinen gemacht werden.

§. 65. Einzelne Quellen müssen sogleich mit Stutzpſählen im Kreise umrammt werden, zwischen denen man eine verpichte Tonne, wo möglich bis auf den ſesten Boden niederschiebt und daran beſestigt, welche unten mit lebendigen Kalk, und oben mit ſeinen Thon, Kreide oder Gartenerde vollgestampſt wird. In dieser Tonne steigt alsdann das Wasser dem äuſsern gleich hoch. Bey Orléans setzte man zwey Tonnen übereinander. Die einzelnen Theile eines verfertigten Fangedammes nachzurammen ist aber weder rathsam noch thunlich, weil dabey nur eine Auflockerung des Bodens entstehen würde. Oder man setzt die Tonne zuerst auf die Quelle und rammt nachher die Pſähle dar-

um. Beym Bau der Brücke zu Orléans hat man auch die Quellen mit darin eingetriebenen Pfählen verstopft.

Alle Aufquellungen müssen daher für sich abgesondert, entweder mit Dammplanken, oder wie eben gezeigt ist, eingeschlossen werden. Zuweilen kann man auch dadurch ihre Ergiessungen hemmen, dafs man darüber (auf die Quelle) ein hölzernes aber ganz dichtes Gefäfs in der Form eines umgestürzten Trichters, bis auf den Boden stürzt, und dasselbe mittelst einiger Rammpfähle auf denselben fest anschliefst; diesem Gefäfs aber oben eine einige Zolle im Durchmesser habende Röhre giebt, welche über das Wasser von der Baugrube hervorstehen mufs, wodurch das Quellwasser aufsteigt. Einer solchen Vorrichtung die mit dem Abbohren der Quellen vieles gemein hat, bediente man sich beym Bau der grofsen Schleuse zu Cherbourg, wie Belidor Tome II. §. 316. erwähnt.

§. 66. Ist der Bauführer in die Nothwendigkeit gesetzt mit dem Fangedamm: dergestalt in den Flufs hineinzugehen, dafs dessen Unterwaschung zu befürchten steht, so mufs gleich anfänglich längs demselben ein Faschinenwerk angelegt werden. Dasselbe wird in dem Falle mit Zäunen versehen und mit Steinen, ja auch mit Thon beschwert, wenn das Bett des Flusses aus Triebsand besteht, welcher das Wasser durchläfst; daher dessen Beschwerung mit Thon, Ziegelgraus und Steinen, die eine Zusammenpressung desselben hervorbringt, äuserst vortheilhaft ist.

§. 67. Bey einem solchen ungünstigen Boden wird es öfters nothwendig, die Dammplanken tiefer als zehn Fufs in den Grund einzuschlagen. Unter diesen Umständen mag man sich also statt ihrer der vierekigen starken Pfähle bedienen. Hinter einer solchen eingerammten Pfahlwand, wird eine Dammplankenwand, und zwar die Planken im Verbande mit den Pfählen eingerammt, welche also die Spalten der Pfahlwand decken. Die Pfähle können regulaire Zapfen und Vertiefungen wechselseitig erhalten. Auf diese Weise kann man zwey Reihen solcher Pfähle und Dammplanken einschlagen, und das Ganze mit aus-

gestampfter Erde, u. s. w. füllen. Dafs die vordere Pfähle längs einer Gurtung geschlagen und dafs auf 6 bis 10 Schuh Abstand, queer über das Werk Holben gelegt werden, versteht sich von selbst.

§. 68. Ich habe in diesem Werke schon mehrmal der horizontalen Balkenabdammung erwähnt, und ich empfehle sie auch zu Fangedämmen, so wie zur Absteifung des Erdreichs. Sie können auf verschiedenerley Arten errichtet werden, von denen ich in folgenden §. §. einige der wesentlichsten angeben werde. Von ihrer Stärke und Dichtigkeit sind nachstehende Fälle ein hinlänglicher Beweifs *a*) die Balkenkästen, worinn erbaut wurden: 1.) die Schiffsdocke und der Schiffsstapel zu Toulon Tab. 61. 2) die Brücke zu Saumur, 3) die Blackfiärs und Westmünster Brücke zu London, 4) die einfache Spundwand, worinn die Brücke zu Dublin aufgeführt ward, *b*) die Bauart der Hafendämme zu Cherbourg, *c*) die Inondationsschleusen zu Valenciennes, Olmütz, Josephsstadt und Theresienstadt; auch sind *d*) die Balkendurchlässe auf einigen Flüssen in Frankreich, und namentlich auf der Charente des Orbflusses bey Beriers Tab. 76. Fig.; die grofsen Wasserstauungen im Murchthal, und die mit Planken beschlagenen Schleusenthore aller Art, ein Beweifs von der Stärke und Dichtigkeit solcher Holzwände. Ja es ist zuweilen, und insonderheit wenn der Abstand der verticalen Pfähle 10 Schuh beträgt nicht einmal nöthig, sich der Balken zu bedienen, sondern vierzöllige Planken sind hinreichend stark um den Druck des Wassers von 10 Schuh hoch und darüber zu widerstehen, wie die Erfahrung bey den Wasserstauungen im Schwarzwalde, so wie die grofsen Schützen bey Mühlen und Freyarchen hinlänglich beweifst.

Der Balkendammung hat man sich auch bey der Reparatur der Slyker-Schleuse Fig. x. und 15. Tab. 74. bedient. Hinter der Balkenlage *ih* Fig. 15. waren sowohl in der Mitte als an den Enden *k* Ständer vertical aufgelegt. Diese wurden mittelst der an die Schleusenthore spreitzenden Strebe *eg* und einer an-

dern *eb*, welche gegen ein horizontal liegendes Holz spreitzte, in ihrer Stellung erhalten. Dieser Balken *bg* wurde aber von der Strebe *ab* gespreitzt. Endlich waren von dem Holze *b* ab noch zwey andere in der citirten Figur punctirte Streben angebracht. Als ich diese Vorrichtung sah, stand die Fluth 18 Schuh hoch davor und dennoch liefs die Wand keinen Tropfen Wasser durch.

Die einfachste Art einer solchen Abdammung besteht darin, dafs man auf 8 bis 16 Schuh Abstand auf beyden Seiten mit Nuthen versehene Stutzpfähle tief genug einrammet und in diese Nuthe drey bis vier Zoll dicke Planken herunterläfst, von denen die untere in den Grund liegen müssen.

§. 69. Eine andere Art Stauwände (Fig. xix. und Fig. 35.) ist folgende, die man zum fortnehmen und wieder einsetzen einrichtet. Auf dem geebneten Boden *ii* liegt eine auf Grundpfählen *h* eingelassene Schwelle *g*, welche oberhalb eine Falze *b* hat, worin die Nuthständer *ab* auf 6 bis 10 Fufs Abstand zu stehen kommen. Damit diese Wände (also auch die gesammte Wand) ihre verticale Richtung erhält, so ist hinter jeden Ständer ein Grundpfahl *k* eingerammt, vor welchem aber eine Strebe *l* bis zu dem Ständer *ab* geht. In der Falze 1, 2, 3, von je zwo Ständern und der Schwelle wird nun die unterste Dammplanke 1 eingelassen u. s. w. die folgenden 2, 3, welche genau abgekantet seyn müssen, damit sie aufeinander passen.

Auf diese Weise kann man auch die auf 6 bis 12 Fufs Abstand einzurammenden Stütz- oder Wandpfähle einer Abdammung mit Falzen versehen, darin die Planken und davor eine Gurtung anbringen. Hat man nun zwey Reihen solcher Pfähle auf 4 bis 12 Fufs Abstand, nach der Queere des Fangedammes gerichtet, geschlagen; so verbindet man die längs denselben hinlaufende zwey Gurtungen mittelst Holben und füllt den Raum zwischen beyden Wänden mit guter Erde, wo sodann ein wahrer Fangedamm entsteht.

§. 70. In Schweden und Holland schiebt man mehrere solcher, mittelst Queerriegeln auf dem Werkplatz verbundener Planken, entweder in die Nuthen zwoer Ständer oder hinter die Grundpfähle zugleich hinab. Man nennt solche aufeinander gesetzte Planken eine *Tafel.* Wenn es dem Bauführer an Scheerentakeln oder kleinen Rammen zur Aufhebung solcher Tafeln nicht gebricht, so sind sie mit Vortheil zu gebrauchen. Werden dieselben vor oder hinter den Stutzpfählen gesetzt, so wird auf denjenigen Theil, wo sie aneinander stofsen, ein Brettstück aufgenagelt, damit die gebliebene Fuge oder Spalte kein Wasser durchläfst. Uebrigens müssen bey der Einsetzung von Tafeln die Stutzpfähle vertical eingerammt werden, weil sonst die Tafeln nicht genau aufeinander stofsen würden. Belidor Tom. II. §. 221. tadelt daher mit Recht die Construction des bey dem Schleusenbau zu Gravelines gebrauchten Fangedammes, wo die Pfähle schräge standen.

§. 71. Zuweilen, nämlich da, wo ein fester Grund ist und die Stutzpfähle tief genug eingerammt werden können, kann man sich zu Fangedämmen derer in Fig. 12. und 13. Tab. 87. vorgestellten Constructionen bedienen, in der obern Holbe eine Schraubenmutter anbringen und so vermittelst einiger auf den nöthigen Abstand angebrachter Schrauben *f* die genau gekanteten Balken aufeinander pressen.

§. 72. Ehe ich nun eine kurze Nachricht von einem der Anlage eines der gröfsten Fangedämme gebe, will ich zeigen:

Die Art und Weise, wie die Dammpfähle, oder Planken, oder Spundplanken dicht aneinander geschlossen oder eingerammt werden.

Da, wo die Rammen über Wasser stehen, kann die Einrammung der Dammplanken vorzüglich auf folgende Methoden bewerkstelliget werden: 1.) Es wird ein Gerüst *abc* von Stutzpfählen (Fig. 2. und 3. in der Mitte auf Tab. 82.) von Prahmen oder Schiffen ab, eingerammt, von welchem eines den Rammmaschinen, mit welchen man die Dammplanken einrammet, zum Gerüste dient.

Zuerst werden nun etwa 12 bis 18 Dammpfähle aufgerichtet und je zwo derselben werden mit zwey eisernen Krampen (Fig. 4.) einmal nahe an der Wasserfläche und das andermal nicht weit von dem obern Ende aneinander befestigt. Stehen diese Planken auf solche Weise vertical, so wird auf der ersten und letzten ein oder zwo horizontal liegende Zwingen *ee* Fig. 1. und 2. dergestalt befestiget, daſs dieselbe auf beyden Falzen mit einem Bolzen versehen sind, welcher durch eine verticale Falz der Dammplanke läuft und an der Rückseite in die andere Zwinge befestigt ist, so daſs die Dammplanken zwischen zwey oder vier Zwingen horizontal heruntergleiten können. Es versteht sich übrigens, daſs da, wo die Fangedämme wasserdicht seyn sollen, die verticale Falze nicht bis zum Wasser hinabreichen darf, sondern in dem Theil, der abgesägt wird, angebracht seyn muſs.

Sind nun die mittlern Dammplanken, welche zwischen denen, die an dem Ende jeder Zwinge stehen, eingerammt: so wird die Zwinge selbst abgenommen und diese Endeplanken werden gleichfalls in den Grund getrieben. Nachher wird das Gerüste ausgezogen und die Erdfüllung zwischen Spundwänden bewerkstelligt.

2.) Die zweyte Art, das heiſst die Methode zwischen schwimmenden Prahmen die Pfähle einzurammen, kann bewerkstelliget werden, wenn man Fig. 1. 2. und 3. auf Tab. 82. rechts zwo Prahmen *aa* so nahe aneinander legt, daſs gerade die Spundwand zwischen den zwey auf den Prahmen (Man sehe der Grund muſs auf Tab. 82. le Battage des Palplanches sur Bateau oder Fig. 1.) befestigten Balken *cc* Platz haben und man die Schiffe mittelst starken und feststehenden Pfählen oder Ankern und Seilen sicher legt. Dann wird um die Balken *cc* in der gehörigen Weite zu erhalten, dazwischen — am Ende derselben — ein Stück Holz mittelst Bolzen und eisernen Schienen gehängt, entweder an zwo oder auch an mehreren Stellen. Wie dieses aber sowohl

von vorne als von der Seite an die zwo Balken befestigt ist, diefs zeigen Fig. 4. und 5 deutlich.

§. 73. Das Einrammen der Dammplanken mufs dann, so wie überhaupt das Manövre in diesen aus dem Werke von Régémortes über den Brückenbau, genommenen Kupfern zu ersehen ist, dergestalt geschehen, dafs in einer Reihe nicht eine Dammplanke mit einemmal bis zur gehörigen Tiefe geschlagen werde, 2) dafs die Dammplanken längs horizontalen Gurtungen, wenn man auch die vorbeschriebenen Zwingen nicht gebraucht, hinabgleiten, damit sie ihren verticalen Stand behalten, 3) dafs der Rammklotz zwey Planken zugleich trift, die Ramme längs der Plankenwand hin und her gerückt oder das Einrammen mit mehreren Rammen zugleich bewerkstelligt wird. 4) Dafs man erstlich leichte, dann aber schwere Rammklötze gebraucht. So hat sich z. B. Régémortes, beym Bau der Brücke von Moulines, erst Rammklötze von 300, dann von 500, 700 und von 1500 Pfund schwer bedient. 5.) Zum dichten Stand der Dammplanke eine an die andere, ist es endlich eine practische Regel, dafs man die fünfte, sechste oder siebende Planke 2 bis 4 Schuh über die andern bereits vollkommen eingetriebenen hervorstehen läfst und diese hervorstehende zuletzt eintreibt. Indem solche Planken nun oben breiter als unten sind, so wirken sie als Keile und pressen die übrigen zusammen. Endlich wird das Nachrammen dergestalt bewirkt, dafs wie gesagt, der Rammklotz immer auf zwey Spundplanken zugleich fällt damit eine gleichförmige Pressung der Planken aneinander entstehe, und die Reibung in je einer Nuthe um die andere nur überwunden werden darf. Wenn man diese letzte Regel beobachtet: so wird es selten nöthig seyn, die Einrammung nach der vierten Maxime, welche immer kostbar (wegen dem Verrücken der Rammen) ist, zu bewerkstelligen.

Bey den Gründungen der Kays oder Widerlager und Vorbetten der Schleusen ziehen einige Bauführer durch die Gurtungen und Spundwand auf 8 bis 12 Schuh Abstand einen eisernen Bolzen, der vorne mit einem breiten Kopf und hinten mit einer

Schraube endigt, worauf die Mutter aufgeschraubt wird. Eine Vorsicht, die bey blofsen Fangedämmen gänzlich überflüssig ist.

§. 74. Zu den merkwürdigsten Fangedämmen, welche bis jetzt aufgeführt worden sind, mufs derjenige Fangedamm gezählt werden, den *Thunberg* bey Carlscrona errichtet hat und dessen Bau von dem Ingenieur Fellers in dem Werke « Essai de batir sous l'eau » beschrieben ist.

Dieser Fangedamm, dessen Länge über fünfhundert fr. Schuh betrug, wurde in einer Wassertiefe von 24 Schuh errichtet, um hinter demselben einen Steindamm aufzuführen, der das Bassin, welches Kriegsschiffe aufnimmt einzuschliefsen. Er erhielt eine parabolische Form und gieng in die felsigten Ufer des Meeres hinein.

Vor dem Beginnen der Arbeit wurden auf dem Eise in der Richtung, die er erhalten sollte, auf zwey Schuh Abstand, sowohl der Länge als der Breite nach, Löcher gemacht, um die Tiefen genau zu messen. Die Beschaffenheit des Bodens wurde sorgfältig untersucht und um darauf jeden Stein zu erkennen, bediente man sich einer unten mit Glas verschlossenen hölzernen Röhre, welche am untern Theil mit einer schweren Bleyplatte umlegt wurde, um sie auf den Grund zu bringen.

Ehe man indessen den Bau des Fangedamms begann, wurde in die See hinein auf hundert Schuh Abstand ein, aus 5 bis 6 Schuh tief eingerammten Pfählen *ab* Fig. XXI. Tab. 83. und ein mit Steinen beschwertes Gerüste *c* bestehendes, Holzwerk errichtet, um die Wogen des Meers zu zertheilen; auf diese Weise bis zum Fangedamm Fig. XX. ein ruhiges Wasser zu bilden und diesen darin dann desto besser errichten zu können. Jetzt wurde der Boden, worauf die Gründung des Fangedammes zu liegen kommen sollte, geebnet, indem man die Steine aus dem Wasser mittelst Hebezeuge heraus nahm und den Boden fest stampfte, nachdem die darin befindlichen Vertiefungen ausgefüllt waren.

Nach vollzogener Grundebnung wurde die Holzverbindung *db* nach der für den Fangedamm bestimmten Form von Flofsen ab, die aus Balken oder Tonnen bestanden, in Abtheilungen herunter gelassen. Zuerst wurde nämlich das Schwellwerk *kk* und *hh* gesenkt, zwischen welchen Steinkasten *A* gelagert wurden, um es auf den Grund festzuhalten. Hierauf legte man eine andere Holzfügung *bdc*, deren Vordertheil *b*, das Hintertheil *dc* und den Fufs *B*, welcher aus einem mit Steinen gefüllter Kasten bestand, ausmachten. Ueber den Vordertheil *b* wurden die nach der Form des Dammes gekrümmte Balken *o* horizontal gelegt, worüber die in Fig. 24. gezeichneten Spundplanken *mn* hinabglitten, um mittelst den Rammen Fig. XIII. und dem Hange- oder Zwingegerüste *Add* oder *gfl* Fig. XX. in den Grund eingetrieben zu werden. War diese Spundwand geschlagen, so wurde das Gerüste *glf* weggenommen und vor der Spundwand *m* eine Erdmasse *i* geschüttet. Dieselbe ward in zwey Schuh hohen Lagen hinabgeworfen und mit einem platten Stein *a* mittelst des Stampfers *b* festgestampft.

§. 75. Als dieser Fangedamm auf diese Weise vollendet und die dahinter stehende Wassermasse bis auf eine Tiefe von 12½ Schuh unter der Oberfläche des Meeres ausgeschöpft war, brach derselbe in der Mitte auf 215 Schuh durch.

Ohne Zweifel lag die Ursache dieses Unglücks darin: dafs, da das untere Gitterwerk *kk* Fig. XX. auf einen einige Schuh dicken Schlammgrund *rz* gelagert war, der Druck des Wassers und des Dammes eine ungleiche Pressung des Grundes bewirkte. War diese aber erfolgt, so mufste das Holzwerk sich auseinander geben und dasselbe brechen, welches auch geschah.

§. 76. Indessen wurde ein neuer Fangedamm zur Ausführung des Bassins für nothwendig erachtet und die Regierung war klug und consequent genug, den Baumeister nicht zu ändern, welches in denjenigen Staaten, worin die ächten Kenntnisse wenig gelten und nur die Intrigue, nicht geschehen seyn würde.

Thunberg vermied, durch die Erfahrung belehrt, bey dem neuen Damm die horizontale Auflagerung der Holz- und Steinkisten auf den Grund, nachdem er den zerstöhrten Theil des alten Dammes hatte wegräumen lassen. Zuerst wurden in der Richtung des Fangedammes und in dessen Mittellinie auf zehn Schuh Abstand, die Pfähle *x* Fig. XIII. vertical eingerammt. Dann rammte man die Pfähle *b* unter einem Winkel von 45° auf 5 bis 6 ¾ Schuh Abstand. Auf diesen Pfählen wurde der Balken *a* horizontal gelegt. Ueber diesen — der dazu abgekantet war — rammte man den Pfahl *c*, unter einem Winkel von fünf und vierzig Grad ein, wozu das Zwinggerüste *dd*, welches mit einem Flofse *A* in Verbindung stand, gebraucht ward. Hierzu wurden auch Scheerentakel angewendet, mit welchen man das Zwinggerüste, je nach der Richtung des Pfahls, die der parabolischen Linie, wonach der Damm zu liegen kam, entsprechen mufste, hielt. Ueber diese Pfahlreihe *cc* Fig. XXII. wurden Queerbalken *e* gelegt, längs welchen Seitenwände, zwischen denen ein Boden kam — um den Zwischenraum mit Steinen anzufüllen — gemacht wurden. Auf diese Weise wurde dieses Ganze auf die vorderen Pfähle heruntergelassen. Hierüber kamen wieder horizontale Hölzer und dann Rammpfähle *f*. Ueber diese abermahls horizontale Hölzer, welche auf eine sehr sinnreiche Art mit langen mit Haken versehenen Hölzern herunter gelassen und mit Nägel befestigt wurden. Ueber diese rammte man endlich die Spundwand *g*, deren Fugung in Fig. 24. und 25. angezeigt ist, ein. Der untere und vordere Theil des Dammes wurde in *i* mit Erde angeschüttet, die man feststampfte.

So war nun der Fangedamm vollendet und er widerstand dem Andrange des Wassers vollkommen. Nachdem das Wasserbecken hinter demselben auf zwölf Schuh Tiefe mit Paternosterwerken oder Pumpen ausgeschöpft war, wurde auf 25 Schuh Abstand von diesem Damme ein kleiner Fangedamm Fig. XXIII. errichtet, der gleichfalls eine Spundwand *gg* und eine Erdanschüttung *i* erhielt. Dafs vor dem Fangedamm ein Bockgerüste (Fig. XXI.)

stand, um die Wogen zu zertheilen, ist bereits gleich anfangs erwähnt worden.

DRITTER ABSCHNITT.

VON DEN HAUPT - RÜCKSICHTEN, WELCHE BEY ANLEGUNG DER FUNDAMENTE ODER FUNDIRUNGEN BEY WASSERBAUWERKEN, INSBESONDERE BEY SCHLEUSEN EINTRETEN.

§. 77. Da ich in dem nächsten Abschnitt das Specielle des Baues der Schleusen vortrage, so werden hier vors erste die Hauptmaximen, welche bey Fundirungen, nachdem die Fangedämme errichtet sind und die Baugrube trocken gelegt ist, in Anwendung kommen, vorgetragen.

§. 78. Wenn wir auf den vorhergehenden Abschnitt einen Rückblick werfen, so entsteht die Ueberzeugung, daſs dieser drey Hauptgegenstände umfaſst. Er begreift nämlich die Anlegung der Fundamente

1.) auf guten und durchaus festen Baugrund §. 25. bis 35.
2.) auf mittelmäſsigen Boden §. 26. bis 43.
3.) auf schlechten oder unsichern Boden.

§. 79. Auf einen durchaus festen Grunde können Gebäude aller Art, ohne eines künstlichen *Schwell-* oder *Pfahlrostes*, angelegt werden (*). Folgende Bauwerke dienen diesem Satze zum Beweise, nämlich:

(*) Ein *Schwell- Balken-* oder *liegender Rost* (Tab. 70.) besteht aus Längen und Queerschwellen (Rostschwellen), welche dergestalt auf einen vollkommen horizontal geebneten Boden übereinander gelegt werden, daſs sie ein Rost oder Gitterwerk, dessen Oeffnungen einen bis drey Schuh in Lichten betragen, bilden. Zuweilen erhalten die Schwellen gleiche Gröſse, wenn man nehmlich dieselben nach diagonalen legt, wie Fig. 1. dies deutlich macht. Die Felder eines solchen Rostes werden entweder mit Thon ausgestampft, oder mit Ziegelgraus und

1.) Die Kirche St. Génévieve zu Paris, welche auf einen festen Sandboden erbauet ist. Wo sich darin aber lockere Stellen fanden, hat der Architect Sufflot Schächte bis auf den festen Sandboden graben und dieselben mit Bruchsteinen ausmauern lassen. Eine Vorsicht, die auf ähnliches Local auch bey Schleusen nothwendig ist. Beym Fundamente wurden zur gröfseren Festigkeit der Pfeiler einige derselben mittelst eines verkehrten Gewölbes verbunden. Auch dieses läfst sich bey Schleusen anbringen und man hat es bey der Schiffsdocke zu Toulon mit dem besten Erfolge angewendet. (3. Band.)

Der Bau mit ausgemauerten Schächten ist von de Lorme in seiner Architectur Tom. 1 p. 46. von Alberti, Patté und Blondel empfohlen. Alberti verbindet mit demselben die umgekehrten auf den natürlichen Boden sich stützenden Gewölbe, die jedoch Sufllot bey der Kirche zu St. Génévieve auf eine Mauer selbst mit ihrem Mittelpunct gelegt hat. Alle diese Baumeister wollen aber solche isolirten Pfeiler bis auf den festen Grund mauren (Patté Memoires p. 125.) und da, wo ein schlechter oder wässerichter Grund ist, soll man sie auf einen Pfahlrost lagern. Diese Regel ist der Natur der Sache angemessen: denn ein gemauerter Pfeiler, welches denn doch immer ein ausgemauerter Schacht ist — und wenn man ihn auch wie eine runde Brunnenmauer auf eine Holzschwelle aufführt; das ist wenn man ihn allmählig, je nachdem das Gemäuer emporragt, durch Wegnahme der unterhalb der runden Schwelle liegenden Erdreichs hinabsenkt; und endlich im Innern mit kleinen und grofsen Steinen, so wie mit Mörtel ausfüllt, bedarf doch eines sichern Fundamentes. — Eine Bauart, die in Frankreich zu verbreiten der Ingenieur le Goup,

Kieseln ausgefüllt oder besser mit Ziegeln oder Bruchsteinen ausgemauert.

Liegt ein solches Gitterwerk auf *Grundpfählen*, die dann *Rostpfähle* heifsen, so nennt man das Ganze ein *Pfahl-* und *Schwellrost*, welches in Fig. III. Tab. 78. deutlich dargestellt ist, darauf kommen 3 bis 4 zöllige Planken zu liegen.

durch dessen Memoire sur les travaux des Constructions hydrauliques (1802) bemühet gewesen ist, und die ich den Bau mit Senkpfeiler nennen will, weil der massive Rand eines solchen Pfeilers nach und nach heruntergesenkt wird.

Die Fundirung mittelst ausgemauerten Schächten soll nach ihm vorzüglich in Indien im Gebrauch seyn. Er will diese Senkpfeiler auch bis auf einen festen Grund gehn lassen: dann er meynt, man könne sich bey dieser Baumethode von dem Daseyn des festen Grundes mittelst den Händen selbst überzeugen. Die Ziegel zum Rande sollen 14 Zoll lang 6 Zoll breit und 2 Zoll dick aber keilförmig seyn und der Senkschacht könne drey Schuh im Lichten weit gemacht werden.

Das Absenken solchen Gemäuers geschieht nach der in Italien, dem südlichen Deutschland und am Rhein bekannten Methode. Es wird nämlich ein aus eichenen zwey Zoll dicken Brettern *a b*, die aufeinander befestigt werden, bestehender runder im Lichten 4 Fuſs weiter Kranz Fig. 26. und 28. Tab. 89. gemacht. Derselbe wird in ein 4 bis 6 Schuh tief gemachtes Loch *e e*, dessen Durchmesser zwey Schuh gröſser als der Kranz seyn kann, gesenkt. Hierauf wird eine Mauer *c d* Fig. 27. aufgeführt, welche man, wenn sie aus der Grube hervorragt, mit dünnen Brettrern *f f* Fig. 28. umlegt. Dieselben werden mit einem oder zwey eisernen Reifen *g h* zwischen welchen und den Brettern hie und da ein Keil gesteckt wird, umlegt. Jetzt steigt ein Mann in den 4 Fuſs weiten Schacht *c c* hinab, untergräbt den runden Kranz $1\frac{1}{2}$ bis 3 Schuh, bringt die Erde in ein Kübel, welches hinauf gezogen wird, so daſs dies angefangene Gemäuer so tief hinab senkt.

Nach erfolgter Senkung werden die Keile aus den Reifen geschlagen, diese so wie die Bretter abgenommen, die Mauerarbeit fortgesetzt und abermals, wenn das Gemäuer wieder 6 Schuh höher gemacht ist, die Reifen umgelegt u. s. w. verfahren, bis das Gemäuer auf dem festen Boden liegt. Alsdann läſst man einen zwey bis 4 Zoll dicken Plankenboden 2 Fig. 26. in den Schacht

hinab und schüttet darauf guten Mörtel und Mauerschutt auch kleine Bruchsteine. Führt dann darauf eine solche Gufsmauer in den Senkschacht auf.

Bey des Senkpfeilers Mauerung, so wie bey der Ausfüllung des Schachtes mag jedoch der Bedacht dahin genommen werden, dafs man das Gemäuer nicht so schnell hintereinander aufführe, so dafs der Mörtel keine Zeit hat gehörig anzuziehen. Zum befsten ist es, wenn die runde Schachtmauer etwas austrocknet, ehe man sie senkt. Dazu mufs man sich eines guten Cementes oder Trafsmörtels und gut ausgebrannter Ziegel bedienen. Wo sich Quellwasser einstellt, mufs man dasselbe mittelst einer Pumpe oder eines Paternosterwerkes aus der Schacht schöpfen. Die Mauerausfüllung desselben kann aber auch im Wasser geschehen, wo man dasselbe dadurch hinauf und aus dem Schacht treibt.

Da wo nun das Erdreich viel Wasser durchläfst und Spundwände nothwendig werden, um das Seitenwasser vom innern Körper des Bauwerkes abzuhalten, dürfte man sich der Senkpfeiler schwerlich bedienen können, weil alsdann ein fester Grund nur durch Einrammung von Grundpfählen öfter auch über dieses nur durch Anfüllung von Steinen und Mörtel oder Sinkstücken zu erhalten ist. Auf einem nachgebenden Boden würde aber der Senkpfeiler sich ungleich und tief senken; auch da, wo fliefsendes Wasser längs den Schächten hinstreicht, ist ein solches Gemäuer nicht anzurathen.

Dergleichen Senkschächte sind daher wohl nur in einem mittelmäfsig festen Boden in Anwendung zu bringen und müfste man bey Schleusen dieselbe etwa dem Boden gleich aufführen und auf 6 bis 9 Fufs Abstand mit umgekehrten Gewölben je zwey solcher Pfeiler mit einander verbinden.

Unter den neuesten Schriftstellern hat der Preufs. Geh. Ober-Baurath Gilly diese Bauart in seiner Schrift: über die Erbauung der Gebäude auf gemauerte Brunnen, 1804. in Quart 30 Seiten, zuerst in Deutschland wieder in Anregung gebracht und den Bemühungen, welche der Herr George in Berlin, beym Bau ei-

niger Gebäude anwendete, indem er dieselben auf solche Senkpfeiler errichtete, die gebührende Gerechtigkeit wiederfahren lassen. Nach Herrn Gilly kommt dem Herrn George in Deutschland diese Erfindung zu und es ist billig, dafs davon auch hier Erwähnung geschieht, da die deutschen Schriftsteller nur selten ihren Landsleuten Gerechtigkeit wiederfahren lassen. (*)

(*) Es geht uns Deutschen mit mehreren nützlichen Erfindungen so. Wir sind stets geneigt dieselben den Franzosen oder Engländern zuzuschreiben. während wir sie entweder bey uns oder doch in benachbarten Ländern mit Nutzen angewendet finden. Seit einiger Zeit hat man nämlich viel in Deutschland über den Landhäusserbau mit Erde geschrieben und denselben für eine Erfindung der Franzosen ausgegeben. In Mähren, insbesondere oberhalb und unter Gödingen an dem Marchflusse ist derselbe aber bey den Croaten und Slawacken, ganz einheimisch. Sie bedienen sich dessen auf die einfachste Art der schwarzen mit Sand vermischten Moorerde oder der fetten Garten-Teich-Erde und des Flufsschlammes, welches sie mit ⅓ sehr feinen scharfen Sande mischen. Diese während des Baues etwas angefeuchtete Masse wird steinhart, nachdem sie lagenweise zwischen zwey Bretter, die man durch Stangen, welche mit Seile gebunden werden, zusammen hält, gestampft ist. Sind die vertical aufgeführten zwey Schuh dicken Wände fertig und mit einem eisernen scharfen Grabscheid die Unebenheiten abgestochen: so werden die Fenster-Oeffnungen aus dieser Masse herausgeschnitten und mit Ziegel gemauert. Solche Moorerde oder die Erde mit scharfen Sand vermischt, heifst croatisch *Czerny pisek* (schwarzer Sand). Sollte man nicht auf die Vermuthung gerathen, dafs diese Bauart originel croatisch ist: denn in Frankreich wird sie *pisé* genannt; und wir Deutsche sind so gefällig sie mit Pisé-Bau zu bezeichnen! Warum wollen wir sie nicht, den *Erd-Bau* nennen? Der feine schwarze Sand macht, dafs solche Wände ganz trocken sind und keine Feuchtigkeit oder Nässe einziehen und die Erde bewirkt die Consistenz. Lehm und gelblichter Thon taugt aber nicht, weil die davon gemachten Wände springen, die Feuchtigkeit einziehen und Ungeziefer beherbergen. Die von schwarzer Moorerde (wenn solche auch Vegetabilien enthält) gemachten Wände werden sodann, wenn sie Anfangs Frühlings gemacht sind, erst im August mit Mörtel beworfen und geweifst, damit sie recht austrocknen. Solche Häuser stehn 150 Jahre und kosten eine Kleinigkeit, während die ausgetrockneten Lehm-Zie-

2.) Die Mauern der Kirche de la Magdalaine zu Paris wurden auf eine $4\frac{1}{2}$ Schuh dicke feste Erdschichte aufgemauert. Der Baumeister Contant zog dieselbe einem Lager von grobem Sand vor, wo man doch über diesen letztern die nicht weit davon stehenden Gardes Meubles erbauete. Auf der Schichte des natürlich gewachsenen Bodens wurde ein 32 Zoll hohes Lager von Werkstücken, die man mit eisernen Klammern untereinander verband, gelegt. Eine Methode, die der beym Leuchtthurm von Edystone mit steinernen Dollen, weit nachsteht. 3.) Auch die Parochial-Kirche zu St. Germain en Laie wurde ohne Rost und nur auf ein festes Sandlager, das sich zu einer Tiefe von neun Schuh fand, erbauet. Unten legte man grofse Werkstücke und führte dann ein Gemäuer von Bruchsteinen auf. 4.) Auf die nähmliche Weise ist auch der Quay de l'Horloge zu Paris Tab. 67. gegründet worden.

§. 80. Unter den Schleusen, die ohne Rost auf den natürlichen Boden angelegt sind, ist die Stauschleuse zu Cherbourg die gröfste. Ihr Fundament wurde im Jahr 1736 folgendermafsen gelegt. Nachdem die Baugrube mit einer dreyfsig Schuh dicken Abdammung umgeben war, auf deren äusseren Böschung Verzäunungen gemacht waren, zwischen denen Steine geworfen wurden, damit der Damm den Anfällen der Seewogen Widerstand leisten konnte: so wurde dieser Bauplatz 16 Schuh tief ausgegraben. Nicht weit davon wurde ein Bassin zur Aufnehmung des von den Schöpfmaschinen aufgeförderten Wassers angelegt, welches ein Ziehschütz erhielt, wodurch das Wasser während der Ebbe abflofs. Um die grofse, stündlich 180 Cubikklafter betragende Wassermasse 16 Schuh hoch zu gewältigen, wurden fünf Maschinen mit senkrecht hangenden Eimern, vier Schaufelwerke und einige Pumpen errichtet. Die letzteren wurden je-

geln und Patzen und von Lehm gemachten Wellerwände in dreifsig Jahren verfallen. Ich würde diesen Erd- oder schwarzen Sandbau zu den kleinen Wohnungen für Schleusenwärter und Wehrmeister bestimmen.

doch des vielen Quellsandes wegen, der sie verstopfte, nur kurze Zeit gebraucht.

Wiewohl der 16 Schuh unter der Ebbe liegende Boden für feste genug gehalten wurde, um die 32 Schuh dicken und 25 Schuh hohen Schleusenmauern zu tragen, so rammte man dennoch zur Abhaltung des Quellwassers vor und oberhalb der Schleuse eine Spundwand. Jetzt ward zur Gründung der Seitenmauer eine Schicht grofser Bruch- und Feldsteine, zu der des Schleusenbodens eine Lage 18 Zoll hoher Werkstücke gelegt und zwar alles in guten Mörtel. Ueber diese Schicht führte man noch ein fünf Schuh hohes Mauerwerk zum Boden der Schleuse auf, woran der obere einen Schuh dicke Theil mit Wassermörtel gelegt wurde. Das Schwellwerk bey den Thoren besteht aus grofsen Steinen, die nach Kreisbögen geschnitten und untereinander mit eisernen, in Bley gegossenen, Klammern befestigt sind.

Von den Seeschleusen ist mir nun keine zweyte bekannt, die ohne einen Schwellrost fundirt wäre, und wie mancherley Ausbesserungen bey der ohne Schwellrost erbauten Schiffsdocke zu Ramsgate vorgefallen sind, haben wir schon im 3ten Bande gesehen.

§. 81. Unter den Canalschleusen sind aber auf folgenden Canälen die mehresten Schleusen ohne einen Schwellrost erbaut: nämlich auf den Canälen von Languedoc, Charollois, Bourgogne, Trollhätta; auf einigen Canälen in England und auf dem Oestreichischen Canal.

§. 82. Das Wesentlichste von der Anlage der Fundamente dieser Schleusen besteht meines Wissens in folgendem: 1.) die mehresten Schleusen des Canals von Languedoc Tab. 77. Fig. II. haben ein aus sehr harten Bruchsteinen und Werkstücken — die Basalte sind — bestehendes Fundament, welches nicht mit Spundwänden umgeben ist. Zum Mörtel ist Pozzolane von Civita vechia und Kalk genommen. Dieses Fundament reicht $4\frac{3}{4}$ Schuh unter die Sohle des Canals und der Schleusenboden steigt einen Schuh darüber. Die Verbindung derer die zwo Schleu-

sendrempel formirenden Steine ist nachahmungswerth: denn sie machen Keilstücke, deren Form eine Verschiebung nicht zuläfst. Einige von diesen Schleusen wurden bald nach ihrer Erbauung schadhaft und mufsten umgebauet werden. Als Ursache hievon giebt man die schlechten Baumaterialien und den hohen Fall der Schleusen an. Es ist aber wahrscheinlich, dafs der Mangel an Spundwänden die vorzüglichste, wo nicht die einzige gewesen sey.

§. 83. Perronet hat die Schleusen auf dem Canal von Bourgogne (Tab. 77. Fig. 3., 4. und 5.) folgendermafsen fundirt: Nachdem an dem obern und untern Ende der Seitenwände *bP* zwischen zwo Zwingen zwey Reihen Spundplanken von 9 Fufs Länge, 8 bis 9 Zoll Breite und 4 Zoll Dicke eingeschlagen waren, so wurde das Mauerwerk, wie es in den citirten Figuren angedeutet ist, aufgeführt. Dessen erste Lage kam 7 Schuh unter der Sohle der untern Canalhaltung zu liegen. Es erhielt eine Höhe oder Dicke von vier Schuh. Unter der Schleusenkammer besteht dasselbe aus zwey Lagen Bruchsteinen zu 2 Fufs Höhe in guten Mörtel und Cement gelegt. Darüber und vor der so aufgeführten Fallmauer ward eine zwey Schuh dicke Thonlage *L* Fig. 3. gestampft, um das Durchdringen des Wassers zu verhindern. Zum Boden der Schleuse wurde über der Thonwand ein zwey Schuh dickes umgekehrtes Ziegelgewölbe in Cement mit Rollagen gemauert. In demselben brachte man sieben ganze und zwey halbe Gurtungen von Quadern an. Dieses Gewölbe wurde mit den Wiederlagssteinen *ff* geschlossen. Es sollte dem etwa aufquellenden Wasser den Eintritt in die Schleuse versagen, wozu die Thonwand gleichfalls sehr zweckmäfsig war; und dann sollte die Aufhebung desselben von der gewählten Form unmöglich gemacht werden. Der obere Theil des Schleusenbodens bis zur Fallmauer besteht aus grofsen keilförmig zugehauenen Werkstücken Fig. 18. die eine Verschiebung gänzlich verhindern. Da oftmals die Schleusenboden von dem Wasser am Ober- oder Unterhaupte unterwaschen werden,

wenn es an Sturzbetten fehlt, so legte Perronet hier ein Faschinenwerk an, bedeckte dasselbe mit einem liegenden Rost, der am Ende auf einer Reihe Pfähle ruhete. In dem Zwischenraum wurden 5 Fuſs lange Pfähle durch das Faschinenwerk geschlagen, um welche man Verzäunungen machte, deren Felder regelmässig gepflastert wurden. Alle diese Arbeiten sind, so wie die gesammten dortigen Schleusen und Brücken dieses angefangenen Canals mit einer bewundernswürdigen Genauigkeit gemacht und das Materiale ist vortrefflich. Ich habe einige zwanzig fertige Schleusen im Jahr 1800 gesehen und eine wie die andere gearbeitet gefunden.

§. 84. Der zweyte durch Bourgogne gehende Canal — der von Charollois — hat gleichfalls Schleusen ohne einen Schwellrost, ja selbst die Spundwände fehlen denselben, Tab. 81. Fig. 6., 14. und 15.

Der General-Inspector Gauthey hat dieselben auf den natürlichen sehr festen Boden bloſs mit Bruchsteinen in Loriotschen Mörtel gelegt, fundirt. Der Boden von den Schleusenkammern ist nur zwey Schuh dick und das Bruchstein-Mauerwerk des Unter- und Oberhauptes geht zwey Schuh tiefer, als das der Kammer. Da diese mittelst zwey verticaler Schächte *fd* gefüllt wird, so hat man unter den obern Schächten in der Fallmauer ein Gewölbe *e* von Werkstücken angelegt.

§. 85. Noch leichter als an diesen Schleusen ist der Boden mancher Schleuse in England angelegt. Bey einigen der Englischen Canalschleusen Fig. 8. Tab. 81. besteht der Boden aus einen Schuh dicken Werkstücken, die ein verkehrtes Gewölbe bilden. Bey andern Schleusen (Fig. 10.) ist dasselbe von Ziegeln gemauert. Begreiflich kann diese Bauart nur eine geringe Dauer versprechen, zumal wenn die Ziegel nicht gut gebrannt sind und nur ordinairer wohl gar schlechter Kalk zum Mörtel gebraucht wird. Ich kenne dergleichen mit schlechtem Materiale erbaute Canalschleusen in Deutschland, die nicht sechs Jahr gestanden haben; ohne daſs ihre Mauern übergewichen wären.

§. 86. Weit vorsichtiger als in England hat man einige Schleusen am Canal von Trollhätta erbauet, denn der Boden besteht aus einer 8 bis 10 Fuſs dicken Ziegelmauer, die zum Theil auf Felsen liegt, welche wahrscheinlich aus einem klüftigen Gestein bestehn. Die obern sechs Schleusen sind vollkommen im Felsen ausgesprengt und gehauen.

§. 87. Die Gründung auf mittelmäſsigen Boden §. 2. sollte niemahls ohne einen Schwellrost geschehen, wenn man gleich auf den Boden ein Bett von Mauerschutt geschüttet, dasselbe recht tüchtig zusammengestampft und einen Guſs von Traſs, Pozzolan oder wasserdichten Mörtel Cement oder auch Hammerschlag und Schlacken darauf geworfen hat. Es kann nämlich ein auf solchen Boden aufgeführtes Bauwerk sich senken, das ist, den Grund zusammendrücken, ja sogar ungleich — wenn die Last nicht auf der ganzen Oberfläche gleichförmig vertheilt ist.

§. 88. Darin aber viele Grundpfähle einzurammen, kann öfters den Erfolg haben, daſs dieselben wegen der groſsen Elasticität des Erdreichs, welche Thon und Lehm u. s. w. hat, wieder aufzusteigen streben und nur auf eine geringe Tiefe eingerammt werden können, mithin ein Schwellrost besser als ein damit verbundener Pfahlgrund ist. Nach diesen Grundsätzen hat Blondel die groſse Seilspinnerey bey Rochefort nur auf einen Schwellrost, nicht aber auf einen Pfahlgrund gebauet (*). Der Baugrund bestand an der Oberfläche zwey Schuh tief aus Rasen und schwarzer Erde, darunter lag eine 10 bis 12 Schuh dicke Lehmschichte, die je tiefer desto weicher wurde und endlich in Schlamm endigte. Da nun der so gestallte Boden bis zu einer zu groſsen Tiefe hinabging, um Pfähle darin *zum Stehen* zu bringen und die Lehmschichte nicht sehr tief sinken konnte, so beschloſs Blondel: die Last auf den Boden so viel als möglich gleichförmig durch einen *liegenden Rost* zu vertheilen und so stark zu machen, daſs

(*) Im 3ten B. S. 451 muſs stehen, Schwellrost statt Pfahlrost, welches der Leser zu ändern ersucht wird.

diejenigen Felder, welche nicht wie andere mit einer Mauer beschwert werden, sich nicht aufbiegen konnten. Der Rost wurde drey Schuh tief in den Lehmboden gesenkt. Die Rost und Längenschwellen waren 10 zu 11 Zoll stark, und wurden auf 11 Zoll Abstand gelegt. Auf dieses Gitterwerk wurde ein 4 Zoll dicker Plankenboden genagelt, worauf die Bruchstein-Mauer errichtet ward.

§. 89. Bey der Gründung der Brücke von Xaintes über dem Charente-Fluſs verſuhr Blondel ſolgendermassen. Er sagt in seinem Cours d'Architecture. « Im Jahr 1665 schloſs ich den sogenannten Bezirk der Gründung in eine Abdammung ein, um das Wasser unter den alten Bogen des ältern Theils dieser Brücke durchlaufen zu lassen. Ich sah, daſs man die verdorbenen Theile auf Grundpſähle errichtet hatte, wovon viele meistens durch die Pressung des Lehms, zurückgetrieben worden waren, und zwar so ungleich, daſs einige um mehr als einen Schuh ausser dem Niveau standen, welches den Ruin der Pſähle und der Brücke nach sich gezogen hatte. — Was das Terrain betriſt, so war unter einem Fuſs Schlamm ein Grund von ſestem Lehm, so tief, daſs ich das Ende davon nicht ſinden konnte, obgleich die Sonden in Form eines groſsen Bohrers, bis zu 60 Fuſs Tieſe giengen. Ich lieſs ungeſähr 7 Fuſs unter dem Wasser graben, im ganzen Umfange der Länge der Brücke und dem Grund zugebende Breite. Darauf setzte ich einen starken Schwellrost von eichnen Schwellen, 12 — 14 Zoll dick auf 14 Zoll Abstand, mit Schwalbenschwänzen; nicht nur auf die Breite der Pſahlgründung, sondern auch auf den ganzen zwischen den Pſählen beſindlichen Raum und zwar auf eine Breite von etwa 30 Fuſs. Ich lieſs die Bänke des Rostes mit Stein ausſüllen, welche mit Mörtel von ungelöschten Kalk verbunden wurden. Den Rost bedeckte ich mit einer starken eichenen Bohlenlage von 5 bis 6 Zoll dicke. Hierauf setzte ich einen Körper von guten Mauerwerk von 5 Fuſs Höhe auf den ganzen Umfang dss Werks, damit es Festigkeit erhielt. Sorgſältig sah ich darauf, daſs die Arbeit gleichſör-

mig fortgesetzt ward; die Seiten, Ecken und Queerstücke der Mauer von grofsen Steinen mit langen gespitzten und wohl verbundenen Enden, gemacht wurden. Auf dieses Mauerwerk, welches wenig unter dem gewöhnlichen Grund des Flusses zu liegen kam, errichtete ich die Pfeiler, die für das erste Jahr nur bis zur Höhe der Kämpfer construirt wurden. So wollte ich sie den ganzen Winter hindurch lassen, damit sie Zeit haben sollten die gehörige Festigkeit zu bekommen.» Eine in der That gute Vorsicht.

§. 90. Régémortes hat die Brücke zu Moulines auf einen liegenden Rost, der gleichfalls über das ganze Bett des Flusses geht, und von zwo Spundwänden eingefafst ist, gegründet.

§. 91. Von den Seebauwerken ist unter andern der obere Theil von den Hafendämmen bey Toulon auf einen liegenden Rost erbauet und ich habe davon bereits im 3ten Bande das Wissenswerthe beygebracht.

§. 92. Folgende Schleusen sind die merkwürdigsten von denen, die auf einen solchen Rost erbauet wurden. 1.) Die Schleuse de la Communication hat einen Schwellrost Tab. 70. Fig. 2. erhalten, dessen Felder $5\frac{1}{4}$ Quadratschuh grofs sind und der mit einer Spundwand umgeben ist. Er ist aber nicht so gelegt worden, wie man sonst die Schwellroste legte, d. i. in der Länge und Queere der Schleuse, sondern naeh Diagonalen. Der Zwischenraum wurde mit Kleyerde und Ziegelgraus gefüllt und ausgestampft oder ausgemauert. Hierauf ward der vierzöllige Plankenboden 8. 9. Fig. 3. gelegt, worauf dann erst die Werkstücke zu liegen kamen, Fig. 8. 9. und 10. Tab. 71. Dieser $6\frac{1}{2}$ Fufs dicke steinerne Boden hat in allen Rücksichten eine treffliche Verbindung. Es sind nämlich, wie ich diefs in der Folge beschreiben werde, die Steinschichten weder horizontal noch vertical fortlaufend, sondern zwey oder drey Steine sind 9 Zoll tiefer als die daran stossenden gelegt. Nach der Queere macht die obere Steinlage ein verkehrtes Gewölbe Fig. 11. und 12., weil die Steine keilförmig geschnitten sind, wie die citirten Fi-

guren es deutlich zeigen. Bey aller dieser Vorsicht hat jedoch das Erdreich und diese Fundirung dem Druck der Seitenwände nicht vollkommen widerstanden. Es hatten sich während des Baues diese Schleusenwände einen Schuh tief gesetzt, das heiſst ihr Fundament so viel herunter gedruckt. So wie dieses geschah, hob sich auch der Schleusenboden in der Mitte. Man war daher genöthigt, in der Schleuse selbst einen hölzernen Kasten (Fig. 9.) zu errichten, denselben mit Steine zu füllen, und ihn ein volles Jahr so beschwert stehen zu lassen. Dessen Last hatte über die Seitenmauern die Uebermacht und bog den Schleusenboden gleichfalls einen Schuh tiefer, so daſs derselbe sich den Seitenwänden gleich tief setzte. Nachdem auf diese Weise das Erdreich zusammengepreſst war, wurden die Steine, so wie der Kasten weggenommen. Nach der Zeit ist aber ein weiteres Setzen der Schleuse nicht verspürt worden.

2.) Dieser Construction ähnlich hat man auch die Schleuse de la barre zu Havre erbauet und darin gleichfalls einen Steinkasten, den ich in der vollendeten Schleuse gesehen habe, ein Jahr lang gesetzt.

3.) Unter den Canalschleusen sind diejenigen, welche auf den Canal des Herzogs von Bridgewater Fig. 1. und 2. Tab. 81. erbauet sind und die eine Länge von 96 Fuſs, eine Weite von 16 und 8 Fuſs Fall haben, die gröſsten auf einem Schwellroste erbaueten Schleusen. Die Queerschwellen liegen daselbst auf den Längenschwellen, welches ein Fehler ist, auf 3 Fuſs Abstand. Die Decke besteht aus doppelten Plankenlagen, welche nach der Länge der Schleuse aufgenagelt sind. Die mehresten von den Schleusen dieses Canals haben jedoch auch einen Pfahlgrund.

4.) Die auf dem Canal zwischen Oxford und Lichtfield liegenden Schleusen, Fig. 3., 4. und 5. Tab. 81. sind 80 Fuſs lang und 7 Fuſs, 3 Zoll weit und haben 6 bis 9 Fuſs Fall. Die mehresten von diesen Schleusen haben einen zweyfach mit Planken belegten Schwellrost.

§. 93. Anstatt einen horizontalen Rost fest auf den Boden und im Trockenen zu legen, bauet man auch in Kästen, deren Boden den Rost selbst formiren. Auf diese Weise ist die Spühlschleuse zu Dieppe Fig. VII. Tab. 79. in einen Kasten x erbauet, dessen aus aneinander stossenden Balken bestehender Boden die erste Gründung der Schleuse formirt.

So wie es nun bey der Wahl eines liegenden Rostes darauf ankommt, daſs der Boden eine solche Dichtigkeit hat, damit er unter den Lasten der Schleusenwände nicht sinke, so hat die Erfahrung bewiesen, daſs im Hafen von Dieppe dem Erdreich diese Eigenschaft fehle: denn die Schleuse ist eingestürzt. Es gebietet daher oftmahls die Natur des Bodens, den Kasten auf Pfähle zu setzen, welche unter Wasser horizontal abgesägt werden. Um diese Rammpfähle selbst aber schlägt man eine Spundwand, damit die Materialien nicht zwischen denen von den Pfählen gemachten Feldern, die man dahinein wirft und wozu auch Wassermörtel gebraucht wird, herausgewaschen werden. Geht der Strom über einen Schuh Geschwindigkeit, so mag man vor der Spundwand einen Faschinenbau legen und denselben mit Steinen und Wassermörtel oder recht groben Sand bedecken. Ueber die Fundirungen in Kisten werde ich übrigens am Schlusse dieses Abschnittes noch einiges vortragen.

§. 94. Das gröſste Bauwerk der Art ist jedoch in einen solchen Kasten erbauet worden, nämlich die Schiffsdocke zu Toulon Tab. 60. Wie diese construirt ward und welche Vorsicht dabey angewendet wurde, dies ist bereits im dritten Bande hinreichend gezeigt.

§. 49. Unter den Brücken, deren Pfeiler in Kästen erbauet sind, die aber auf Grundpfählen placirt wurden, sind folgende die vorzüglichsten: 1.) die Westmünster Brücke, 2.) die Blackfriars Brücke und die Brücke zu Saumur; deren Construction für den Brückenbau gehört.

§. 96. Da ich die Errichtung der eigentlichen Pfahlroste beym Schleusenbau bis zum folgenden Abschnitt verschiebe, so

wird es nützlich seyn, hier noch von dem Einrammen der Pfähle dasjenige anzuführen, was darüber im dritten Abschnitt der sechsten Abtheilung nicht vorgetragen werden konnte. Der unsichere oder schlechte mit Wasser geschwängerte lockere Grund macht fast zu allen schweren Bauwerken und insonderheit zu Schleusen einen *Pfahlgrund*, das ist *eine Gründung mit Pfählen*, nothwendig. Die Pfähle, worauf ein Bauwerk ruhet, haben drey Hauptbenennungen: 1.) *Grundpfähle* sind solche in den Grund eingerammte und das Fundament des Gebäudes tragende Pfähle, die daher entweder ihrer ganzen Länge nach oder größtentheils in dem Grund stecken und im letzten Fall oberhalb mit einem Gemäuer umgeben sind. 2.) Stützpfähle stehen über das Fundament des Bauwerks mehr hinaus, wie in den Erdboden, als z. B. die Pfähle der Brückenjoche von hölzernen Brücken oder die Pfähle, welche eine Holzwand tragen (*) und dergleichen Pfähle mehr. Würden aber an einem Brückenjoch die aussen stehenden Pfähle schräge eingeschlagen, so heissen dieselbe *Strebepfähle.* 3.) *Spundpfähle* werden diejenigen viereckigen oder gefalzten Pfähle genennt, die man dicht an, oder ineinander einrammt: welche daher eine dichte Pfahlwand (Spundwand) formiren und die daselbst gebraucht werden, wo die Dammplanken nicht eine hinreichende Stärke gewähren. Uebrigens verweise ich, was die Spundwände betrifft, den Leser auf §. 54. bis 60. des vorigen Abschnittes.

§. 97. Wenn man die Bestimmung dieser verschiedenen Rammpfähle erwägt: so ist es einleuchtend, dafs die Grundpfähle nicht so stark, wie die Stutzpfähle seyn dürfen, weil diese letztern der Luft, dem Eise und Wasser, ja öfters auch dem Bohrwurm, mithin der Abnahme ausgesetzt sind. Die Regel, welche Perronet in Hinsicht der Stärke von den Pfählen gegeben hat, kann man auf Stützpfähle in der Praxis als sehr be-

(*) Liegt eine Planken oder Balkenwand dahinter, d. h. halten die Stützpfähle eine Schalwand, so werden sie auch wohl *Wandpfähle* genannt.

währt annehmen, wenn man rheinländisches Maas für das Pariser und die Dicke 3 Fuſs vom obern Ende entfernt, annimmt. Die Pfähle bestehen aus Eichen- oder Tannenholz. Die Stützpfähle mögen 15 bis 18 Fuſs lang, in der Mitte 10 Zoll im Durchmesser stark seyn und so für je eine Klafter längern Pfahl eine zwey Zoll gröſsere Dicke erhalten. Ein 45 bis 48 Fuſs langer Stützpfahl würde daher in der Mitte 24 Zoll im Durchmesser bekommen. Insonderheit ist diese Stärke bey Brückenjochen, den durchsichtigen Holzbauwerken, Anlegehöften und Ducsd'alben, in weichen Boden nothwendig, wenn man so starkes Holz haben kann, weil sie vom Wasser viel leiden. Ja, ich habe in den Französischen und Niederländischen Häfen gesehen: daſs die Stützpfähle vom Anschlagen der Wellen binnen 8 Jahren 2 Zoll an ihrer Dicke verlohren hatten. Sind dieselben nun vollends dem Bohrwurm ausgesetzt, so bleibt kein anderes Mittel zu ihrer langen Erhaltung übrig, als sie mit Bley zu umwinden, wie dies im 2ten Bande S. 462. vollständig beschrieben ist.

Die Grundpfähle sind stark genug, wenn sie in der Mitte eine Dicke von 8 Zoll haben: nämlich bey 10 bis 12 Fuſs Länge und einen Zoll stärker, bey jeder Klafter, die sie länger sind. Spundpfähle, die man vierkantig macht, die übrigen Pfähle müssen *rund* bleiben, nachdem die Borke oder Rinde abgenommen ist, wenn sie nicht vor einer Spundwand hergeschlagen werden. Die, welche man daran befestigt, erhalten eine Stärke von 5 bis 16 Zoll im Viereck. Das vierkantige Behauen ist nämlich der Stärke der Pfähle nachtheilig, weil es ihnen die besten Holzfiebern benimmt. Auch hindert es das Eindringen der Rammpfähle und setzt dem Eise und Wasser scharfe Ecken, also eine grössere Angriffsfläche, entgegen. Matthieu Souſse in dessen von de la Hire herausgegebenen Traité de Charpente hat daher eine für die Praxis nachtheilige Vorschrift gegeben, indem er die Rammpfähle gekantet wissen will.

§. 98. Folgende Regeln müssen bey Rammarbeiten nicht ausser Acht gelassen werden.

1.) Da bey dem Einrammen der Pfähle das schnelle und tiefe Einrücken in den Grund, vorzüglich von der Schwere der Rammklötze, von der Höhe ihres Falls und dem schnellen Zug derselben oder von der gröfstmöglichsten Anzahl von Bärschlägen, in der möglichst kürzesten Zeit, das ist von dem Grad der Stärke, womit die Fiebern des Holzes erschüttert werden, abhängt; so mufs je nach der Stärke und Länge der Pfähle, wie auch nach der Art des Bodens und nach der Tiefe, in welcher sie in dem Grund stehen sollen, die Schwere des Rammklotzes eingerichtet werden, worüber unten das weitere vorkommt.

2.) Daselbst aber, wo der Grund nicht Stabilität genug hat, dafs die Rammpfähle selbst und wenn auch zwey aufeinander gepropft sind, *zum Stehen* gebracht werden können, mufs man entweder *a*) den Grund mit Kiesel oder auf eine andere Art mit Mauerschutt stark belasten, *b*) oder die Pfähle darin so nahe aneinander schlagen, dafs der Grund diejenige Compression erlange, welche nothwendig ist, um den Pfahl fest genug, das ist zum Stehen, eintreiben zu können.

Einen Pfahl *bis zum Stehen* einrammen (battre au refus du mouton) heifst aber soviel, dafs derselbe während 30 Rammschlägen nur noch zwey Linien einrücke, das ist bey einer Bärschwere bis 800 Pfund. Bey schwereren Bären von 800 bis 2000 Pfund ist es nach der Erfahrung zur Tragung der schwersten Bauwerke hinreichend, wenn die Grundpfähle nur noch 5 bis 6 Linien während 30 Schlägen einrücken. Ja man hat Beyspiele, dafs bey einer Einrückung von 2 Zoll während einer Hitze, die Pfähle feste genug gestanden haben, um die gröfsten Gebäude zu tragen. Auf diese Weise verstehn die gründlichen Schriftsteller, welche über diese Materie geschrieben haben, das feststehen und keinesweges: dafs man den Pfahl so lange rammen solle, bis er gar nicht tiefer eindringt. Bey den Spundwänden mag dieses Einrücken — je nach der Schwere des Bärs — jedoch nur halb ja $\frac{2}{3}$ so tief seyn, nämlich 4 bis 20 Linien bey 30 Schlägen betragen. Ein gleiches gilt bey den Stützpfählen. Erlaubt es dann die Länge

der Pfähle oder erfodert es der Grund, so kann man diese Anzahl Schläge auch noch verdoppeln.

3.) Zuweilen kann man auch und insonderheit auf einen schwebenden Morast — ehe die Pfähle eingerammt werden — Sinkstücke oder einen Faschinenbau legen. Solches Werk beschwert man alsdann mit Mauerschutt und Kiesel dergestalt, dafs die oben erwähnte Stabilität bewirkt wird. Wobey es sich jedoch versteht: dafs man alle erdenkliche Mittel anwende, um aus solchem weichen Boden, worin Pfähle eingerammt werden sollen, so viel als möglich das Wasser abzuleiten, das heifst, dafs man ihn so trocken als möglich lege. Mufs man daher in ein tiefes Gewässer Pfähle einrammen z. B. Duc d'Albes, das sind Anlegpfähle für Schiffe, errichten, oder Pfahlreihen, als Brückenjoche, schlagen; und kann man die Pfähle nicht bis zu einem Drittel ihrer Länge in den Grund bringen, so ist die Anlegung von Sinkstücken um die Pfähle herum, welche nachher mit Steinen bedeckt werden sehr zu empfehlen. Auch mag man in solchen Fällen oberhalb der die Baugrube umgebenden Spundwand oder dem Fangedamm, den Flufs durch einen Faschinenbau abwenden, wenn sich nämlich diese Anstalt mit einer guten Leitung des Flusses verträgt. Zuweilen werden solche Sinkstücke geschlagen, wie diefs in dem grofsen Leitdamm am Nieuwendiep Tap. 47. geschehen ist.

4.) Werden mehrere Reihen oder Kreise von Rammpfählen geschlagen, so wird mit den mittlern der Anfang gemacht, weil dieselben alsdann tiefer eindringen und im entgegengesetzten Fall die Erde zu stark zusammengeprefst seyn würde, um die mittleren Pfähle aufzunehmen. Da, wo man aber befürchten mufs, dafs die in der Mitte eingerammten Pfähle wieder zum Theil emporsteigen würden, wenn man die äufsern einrammt, indem das Erdreich gegen dieselben angeprefst wird (ein Fall, der in solchem Boden, welcher unten feste Erdschichten und oben Quellsandschichten hat, leicht eintritt): so müssen die im Innern des Pfahlgrundes zuerst eingerammten Pfähle, an horizontale Gurtungen

befestigt werden, die man nachher sobald alle Pfähle eingerammt sind, wieder abnimmt, im Fall sie der Construction des liegenden Rostes wegen nicht bleiben können. Man sieht sogleich, daſs die Gurtungen das Aufsteigen einzelner Pfähle durchaus verhindern und daſs eine ganze Pfahlreihe sich heben sollte, ist gar nicht zu befürchten.

Ist der Boden aber sehr nachgebend, so umgebe man den Pfahlgrund statt auf einen gewissen Abstand zu stellende Pfähle mit einer ordentlichen Pfahlwand: nämlich Pfahl an Pfahl geschlagen. Diese Pfähle kann man gleichfalls rund lassen, wenn ein Durchquellen des Wassers nicht zu befürchten ist.

5.) Alle Grundpfähle eines Grundbaues müssen vertical eingerammet werden, und aus gesundem Holz, welches nicht windschief ist, bestehen. Davon nimmt man jedoch diejenigen aus, welche unter einer Gurtung *c* Fig. 34. Tab. 89. einer Spundwand *a*, in einen mittelmässigen oder schlechten Boden — anstemmen: und die man auf 6 bis 9 Fuſs Abstand schräge einrammt. Darauf wird die vordere Gurtung *c* eingelassen. Die hintere Gurtung *b* mag aber auf verticalen Grundpfählen und nur selten auf schräge eingerammtem *b f* stehen. Es ist nämlich zur guten Einrammung einer Spundwand nothwendig, daſs sie zwischen zwey Gurtungen *c b* geschehe.

Wird der Pfahlkopf vom Rammklotz gequetscht, so muſs er gleich abgeschnitten und dann glatt abgebeisselt werden (IV. Abschnitt VI. Abtheilung §. 27. Was aber die Einrammung selbst betrifft, so ist darüber schon im vorherigen Abschnitt das nöthige vorgetragen worden.

6.) Ob man die Pfähle mit dem schwachen oder dicken Ende zu unterst einrammen folglich daran die Spitze oder den Schuh machen solle, darüber drückt sich Perronet pag. 95. so aus. Gewöhnlich rammt man die Pfähle mit dem dünnen Ende zu unterst, weil, wie manche behaupten, dieselben eher *zum stehen* gebracht werden können und schneller einrücken. Ihn habe aber die Erfahrungen gelehrt, daſs wenn das dicke Ende zu un-

terst genommen wird, die Pfähle zwar anfangs schwerer in den Grund dringen, aber im Ganzen binnen $\frac{1}{4}$ Zeit schneller eingerammt werden können, als diejenigen Pfähle, deren dünneres Ende unten gekehrt ist. Eine Erscheinung, die aus dem Widerstande, welche die, den kegelförmigen Pfahl umgebende Erde, verursachet, erkläret werden kann. Bey den Stutzpfählen hienge die Wahl darüber, ob das dünne oder dicke Ende unten genommen werden müsse, von der Höhe des Wassers und Eisganges ab. Wenn die Mitte des Stutzpfahles unter dem niedrigen Wasser komme, so sey das dünne Ende unten zu nehmen. Im entgegengesetzten Fall und wenn man die Pfähle tief unter Wasser absägen müsse, sey das dicke Ende zu unterst zu stellen. Es versteht sich bey beyden Methoden von selbst, dafs die Pfähle *mit einer Spitze*, die entweder gebrannt oder mit einem eisernen Schuh umgeben wird, versehen seyn müsse. Diese Spitze mufs wenigstens zwey Zoll stark seyn, wenn der Boden weich ist, und bey eisernen Schuhen drey bis vier Zoll, wenn er hart ist, weil sie sich sonst quetschen würde, wodurch das Einrammen des Pfahls erschwert wird: denn eine umgebogene Spitze kann das Einrücken des Pfahls gänzlich verhindern. Selbst wenn der Pfahl einen eisernen Schuh hat, so werden die zu dünnen Spitzen gequetscht und der Pfahl rückt alsdann nicht mehr so gut, es ist daher eine nothwendige Vorsicht, die Spitze nicht zu scharf abzuhauen, sondern lieber 2 bis 4 Zoll stark zu machen. Also kann man die Stutzpfähle und insonderheit da, wo sie dem Eisgange oder dem heftigen Anschlag der Wellen, ja wohl gar dem Bohrwurm widerstehn sollen mit dem dünnen Ende unten einrammen. Die Grundpfähle wird man jedoch stets so einrammen, dafs ihr dünnes Ende unten kommt, weil sie im entgegengesetzten Fall von der darauf liegenden Last, nach Vollendung des Baues, noch tiefer eingedruckt werden könnten; welches der Festigkeit des Baues nachtheilig seyn würde.

7.) Die Tiefe anbetreffend, bis zu welcher die Grundpfähle unter das niedrigste Wasser eingerammt oder abgeschnitten wer-

den müssen (die Köpfe sollen nie aus den niedrigsten Wasser hervorragen, sonst faulen die Pfähle, weil sie bald der Luft, bald dem Wasser ausgesetzt sind) so richtet dieselbe sich bey Brückenpfeilern nach der Natur des Bodens und bey Schleusen nach der Höhe und der Construction der Schleusenböden, wovon weiter unten gehandelt wird. Bey Ufer-Revettements und Kays aber nach dem Umstande, ob vor dem Ufer selbst eine Vertiefung entstehen könne. Bey dem letztern Fall mufs die Vorsicht eintreten, dafs der obere Theil der Pfähle und die sie bedeckende Schwelle, beym niedrigen Wasser niemahls hervortrete, weil sonst das Holz bald verfaulen würde. Im ersten Fundamente d. i. bey Brückenpfeilern mufs der Rost so tief hinabreichen, dafs derselbe bey einer zu erwarteten Vertiefung des Flufsbettes niemals dem Wasser blos gestellt werde, zu welchem Ende die Grundpfähle unter Wasser abgesägt werden. Kann man daher bey einer Senkung des Rostes von 6 bis 8 Schuh unter das niedrigste Wasser den festen Boden nicht erreichen, bis zu welcher Tiefe derselbe bey Brückenpfeilern gewöhnlich gelegt wird: so mufs man rund um den Pfeiler den lockern Boden mit Maschinen oder dem Handbügel herausnehmen; und einen Faschinenbau oder Steinwurf in die so vertiefte Stelle anbringen. Der Rost mufs also nach allen Seiten bedeckt werden, damit er weder dem Angriff oder der Unterwaschung des Stromes, noch dem Eisgange, blos gestellt werde. Eine Bedingung, die auch bey Schleusen oder Durchlässen, welche man an Flüssen anlegt, erreicht werden mufs!

8.) Wie tief die Pfähle in einen Boden, welcher dieselben dergestalt auf den Seiten hält, dafs sie, wenn das Bauwerk darauf gesetzt wird, nicht tiefer in den Grund eindringen, stecken sollen, darüber ist man noch nicht einig. Wo jedoch unter dem festen Boden, in dieser Hinsicht, ein Grund verstanden wird, der ein Seitwärtsliegen des Grundpfahls *gar nicht* gestattet und der die Last, welche auf den Pfahl kömmt, mitträgt, worin derselbe sich auch nicht biegen kann. Es ist daher be-

greiflich, dafs nicht die Spitze des Pfahls diese Last trägt, sondern die gesammte den Pfahl zunächst umgebende Erdmasse, die ihn hält, dafs er nicht weiter in den Boden eindringe. Da es nun nicht die Spitze des Pfahls allein ist, welche den Widerstand des Erdreichs erfährt, sondern der gesammte in den Erdboden eingerückte Theil des Pfahls, so sind alle Versuche, die man über das Eindringen der Pfähle anstellt, eine Spielerey und von keinem Nutzen für die Ausübung. Schwerlich dürften wir bey einer so verwickelten Sache, als das Eindringen der Pfähle ist, bey welcher so mancherley physische Ursachen von grofser Einwirkung sind ganz aufs Reine kommen. Wir werden uns also mit der Erfahrung behelfen müssen. Ist die Last sehr grofs, so beträgt diese Tiefe bis zu welcher die Pfähle in mittelmäfsig, festen Boden oder in einem künstlich durch das Rammen zusammengeprefsten Boden stehn müssen, 10 bis 18 Schuh. So ist z. B. bey den Brücken in Frankreich und an einigen Schleusen in Italien, Holland und Deutschland verfahren. Ist der Boden schlecht, so stehen sie 21 bis 40 Fufs in den Grund, nicht aber in einen festen Grunde, wie diefs der Fall bey einigen Schleusen in Holland ist. Dieser Grund ist aber gleichwohl dergestalt mittelst den Rammpfählen zusammen geprefst, dafs diese Pfähle durch die Schwere des Bauwerkes nicht tiefer in den Grund gedruckt werden können. Besser und sicherer ist es indessen, wenn die Pfähle 8 bis 12 Fufs in ein natürlich festes Erdreich stehn. Die Stützpfähle müssen fast immer, wenn sie feste stehen und vom Eise, so wie vom Strome nicht losgewackelt werden sollen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ihrer Länge in den Grund kommen. Ueberhaupt mufs man einige Probepfähle einrammen, um hierüber sich der Gewifsheit zu nähern.

9.) Der *Abstand* der Pfähle (das ist die Entfernung zweyer Pfähle) ist bey Grundpfählen $\frac{2}{3}$ bis $3\frac{1}{2}$ Schuh, bey Stützpfählen $3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ Schuh. Letztere Regel findet ihre Anwendung bey den Brückenjochen.

10.) Man hat zwar das Gesetz bey Stützpfählen angenommen, dafs die Lasten, welche sie tragen können, sich verhalten, wie die Cubi ihrer Durchmesser, dividirt durch die Quadrate des über den Boden hervorragenden Pfahltheils, aber dasselbe verdient noch vielfache Erfahrungen, um für die Praxis vollgültig zu seyn. Und bey den Grundpfählen findet es gar keine Anwendung, weil die den Pfahl umgebene Erde, dessen Widerstand (Festestehn) oder Tragbarkeit offenbahr zum Theil ausmacht. Das Beyspiel an der Brücke von Tours (Perronet p. 99.) wo die Grundpfähle gebrochen sind, kann ich als für einen vollgültigen Beweis davon: dafs die Grundpfähle allein und nicht die sie umgebende und zusammengeprefste Erde die Last tragen, keineswegs annehmen; vielmehr erkläre ich mir das Zerbrechen der Pfähle daher: dafs der Grund, welcher sie bey Anlage des Pfeilers umgab, fortgerissen war und sie daher ausser dem Boden oder dem Tufstein, worin sie wenig eingerammt waren, den gröfsten Theil ihrer Länge hervorstanden. Dafs das, die Grundpfähle umgebende und von diesem zusammengeprefste Erdreich die Last eines auf den Pfahl- und Schwellrost aufgeführten Gebäudes mitträgt, ist auch schon deswegen einleuchtend, weil der Grad der Dichtigkeit einer Erdmasse die Tragbarkeit der Pfähle, das ist ihre Festigkeit bestimmt und man nur in ein solches Terrain der Grundpfähle bedarf, dem es an natürlicher Dichtigkeit mangelt, um die darauf kommende Last zu tragen. Es sind daher diejenigen Baumeister, welche behaupten, dafs die Last allein auf die Grundpfähle und nicht auf die zusammengeprefste Erde ruhen, sehr irrig daran. Ihren Satz zu behaupten, müfsten sie es abläugnen, dafs die den Pfahl umgebende Erde, dem Pfahl selbst ein Hindernifs ist. Ein kieferner Pfahl soll nach Perronet 153900 Pfund getragen haben. Die Grundpfähle der Brücke von Neuilly, deren Köpfe mit Mauerwerk umgeben sind und 12 Zoll im Durchmesser haben, tragen 105700 Pfund. Die an der Brücke von Orléans 104900 Pfunde. Die an der von Mantes 160000 Pfunde.

§. 99. Folgende Erfahrungen werden hierüber einen nähern Rath ertheilen.

Benennung der Bauwerke	Länge der Grundpfähle	Obere Dicke der Grundpfähle	Abstand der Grundpfähle	Mauerhöhe der Seitenwände der Schleusen oder Brückenpfeiler	Auf jeden Pfahl können C. S. Mauerkörper gerechnet werden.	Bärschwere.	Der Boden bestand aus
	Rheinländisch						
	Fufs	Zoll	Zoll	Fufs			
Schleuse am Nieuwendiep	30	10-12	24	24	216	700	Sand und Thon.
Kammerschleuse Gouda gegenüber .	30	9 - 10	30	18	$202\frac{1}{2}$	1000	Klay und Erde.
Schleuse am Pennigsveer	27	9 - 10 Frz. Mfs.	30	10	$112\frac{1}{2}$	500	Sand und leichte Erde.
Schiffsdocke zu Brest	28	12	24	25	225	1200	Schlammgrund.
Brücke von Neuilly	$12 - 15\frac{1}{2}$	12	24	45	405	1060 bis 1880	Erde und Kies.
- - - - Orléans	9-12	12	24	51	459	1200	Erde und Kies.

§. 100. Wenn man hiernach rechnen wollte, so würde auf jeden Cubikschuh Mauer, den der Pfahl trägt, 4 Pfund Bärschwere, beyläufig $\frac{1}{30}$ der Schwere des Baukörpers, kommen. Als allgemeiner Erfahrungssatz für Brücken und Schleusen könnte man dies wohl in den mehresten Fällen gelten lassen, wenn nicht die Länge der Pfähle einen bedeutenden Einfluss auf die Bärschwere hätten.

§. 101. Folgende allgemeine, aus der Erfahrung gezogene Regeln werden über die Bärschwere, den Abstand und die Länge der Pfähle — je nach der Festigkeit des Bodens — von einem jeden eines gesunden urtheilsfähigen Bauführer, während der Einschlagung der Probepfähle, modificirt werden können. Dabey nehme ich den durch die bestehenden Gebäude bewiesenen Satz an: dafs weder diejenigen Stützpfähle, welche die im 47. §. bestimmte Stärke (in Beziehung ihrer Länge) haben und $\frac{1}{3}$ ihrer Länge von einer soliden festen Erdmasse umgeben sind, noch die Grundpfähle, welche bis zum Stehen eingerammt werden, unter derjenigen Masse, welche unsern Gebäuden gege-

ben wird, brechen können. Wie wäre es sonst möglich, daſs der 318 Schuh hohe Markusthurm nur auf 15 Schuh langen Grundpfählen stünde? Wie könnte sonst wohl die Masse des Amsterdammer Rathhauses von einem Pfahlgrunde getragen werden. Dieſs ist auch leicht erklärbar, denn der Grundpfahl trägt ja nicht allein die auf ihn kommende Masse, sondern auch die ihn umgebende und zusammengepreſste Erde.

Die in Hinsicht der Rammpfähle aus der Erfahrung abgeleiteten Regeln sind nun folgende: 1.) die kiefernen oder tannenen *Grundpfähle* betreffend.

Länge der Pfähle, womit sie in den Grund stehen.	Dicke drey Schuh vom obern Ende.	Abstand.	Bärschweren in Pfund.
Rheinländisch			
Fuſs.	Zoll.	Zoll.	
5-10	5-7	36 (*)	250- 400
10-15	6-9	32	400- 800
15-24	9-10	28	800-1200 (**)
24-36	10-12	24	1200-1500
36-48	12-14	20	1500-1700
48-60	14-16	16 (***)	1700-1900

Hierbey ist Erde von mittlerer Consistenz angenommen worden. Bey nachgiebigem Boden mögen die Pfähle um einen Zoll dicker, der Abstand um 6 bis 9″ und die Schwere des Bärs um ein Zwölftheil bis ein Sechstheil geringer seyn. Bey festen Boden muſs das Entgegengesetzte eintreten.

2.) Bey *Stützpfählen.*

			soll tief im Grund stehen.	Bärschwere.
10-18	9-12	54	3 - 5½	250-400
18-24	12-14	48	5½ - 8	400-700
24-30	14-16	40	8 - 10	700-950
30-42	16-20	33	10 - 14	950-1150
42-60	20-26	24	14 - 20	1150-1300

Hierbey ist zu bemerken, daſs bey einem schlechtern Boden die Pfähle um 4 bis 12″ näher zusammen gerückt und die Bärschwere um ein Zwölftheil bis ein Sechstheil geringer, und die Pfähle bey einem schweren Bauwerke stärker seyn mögen. S. §. 100. Bey sehr weichen Boden müssen die Grundpfähle sowohl als die Stützpfähle noch näher zusammengerückt werden.

(*) Da, wo die Grundpfähle nur Schleusenböden und nicht die Seitenwände zu tragen haben, kann im Allgemeinen dieser Abstand doppelt so groſs und grösser seyn.

(**) Die Rammen, welche schwerere Bären als 1300 Pfund haben, sollten Kunstrammen seyn, weil die ziehende Mannschaft nicht mehr vortheilhaft placirt werden kann.

(***) Es ist nämlich in Hinsicht des Abstandes der Grundpfähle zu bemerken,

§. 102. Daſs der Widerstand den ein Pfahlrost, wenn er selbst in einen mittelmäſsigen Grunde eingerammt ist, unberechenbar groſs ist, dies beweiſst die Gründung der gröſsten und schwersten Gebäude in Venedig, nämhich der am Markusplatze stehenden Prokuratien des Palastes, der Münze, der Markuskirche, des Markusthurmes u. dergl. mehrere. Als ich im Jahr 1803. in Venedig war, so heftete ich auch meine Aufmerksamkeit auf die Fundirungen der Gebäude und da kein Grundbau vorgenommen wurde, so gab ich den dortigen beym Bauwesen angestellten K. K. Bauoffizianten, die Italiener sind, auf: mir darüber die genaueste Aufschlüſse zu geben. Sie kamen in folgenden überein, wobey ich im Voraus bemerke, daſs der Grund der Lagunen und des Terrains, worauf Venedig erbauet ist, aus einem feinen aber festen Thon oder Klay besteht, der mit einer 3 bis 4 Fuſs dicken beweglichen Schlammmasse bedeckt ist. Die Gründung aller Gebäude in Venedig bestehen aus einem Pfahl und Schwellrost, dessen Felder ausgemauert werden. Die Grundpfähle sind 5 bis 15 Fuſs lang und von Eichenholz. Ihre Dicke beträgt $\frac{1}{12}$ der Länge.

Der Baubezirk ist gewöhnlich mit Wasser bedeckt und dann wird die Baugrube mit einer von dem Gebäude auf 4 bis 8 Fuſs von dem Fundament abstehenden Abdammung umgeben. Dieselbe besteht aus zwey oder drey Reihen hintereinander zu 4′ Abstand vertical eingeschlagenen Wandpfählen, an welchen auf beyden Seiten Gurtungen horizontal zu liegen kommen; längs diesen werden die Dammplanken eingerammt. Der Zwischenraum, welcher entweder eine oder zwey Dammkisten formirt, wird mit Thon ausgefüllt. Die Venetianer nennen einen solchen Fangedamm, Cassaro. Ist derselbe fertig, so wird das Wasser ausgeschöpft. Dann wird der bewegliche Schlamm, ausgehoben, wel-

daſs da die Pfähle länger seyn müssen, desto schlechter der Grund ist, auch der Abstand geringer bey längeren Pfählen seyn muſs. Auch muſs derselbe so eingerichtet werden, daſs die Pfahlgründung die ganze Basis der Seitenwände von den Schleusen einnimmt, welche gewöhnlich unter diesen aus drey Pfahlreihen besteht.

cher gewöhnlich 3 bis 4 Fuſs tief liegt. Nachher werden in mehreren Puncten Probepfähler eingerammt, um die Länge der Pfähle zu bestimmen. Das Fundament wird doppelt so breit als die Mauerdicke gemacht. Man rammt nun die Grundpfähle, einen dicht neben den andern ein, und füllt die Zwischenräume mit kleinen Steinen und Mörtel. Jetzt wird ein Mörtelbett über das ganze der Pfahlköpfe gleich dick gegossen, und nach der Länge des Gebäudes Planken dergestalt in dieses Bett gelegt, daſs sie auf die Pfahlköpfe aufgenagelt werden können. Ueber diesen Boden kommt noch eine zweyte Lage Planken, aber in der Queer des Mauerwerks. Hierauf wird nun das Gebäude aufgeführt, wenn zuvor der Cassaro weggenommen ist.

§. 103. Folgende allgemeine Grundsätze bey Fundirungen sind also als Resultate des in diesem Abschnitte Vorgetragenen, anzusehen: 1.) Der Boden, auf den ein Bauwerk errichtet werden soll, muſs vorher untersucht und sorgfältig von weichen Stoffen aller Art gereinigt werden. 2.) Auf einen durchaus festen Grund kann das Mauerwerk gleich errichtet werden; alle einzelne Gruben und Schächte sind aber vorher auſs sorgfältigste *mit festen Materiale auszufüllen oder auszumauern.* 3.) Auf mittelmässigen Boden muſs ein Schwellrost, öfters ein doppelter, gelegt werden. Zuweilen so, daſs so viel Holzwerk darin kommt, als die Felder Oefnung haben. Dessen Rostschwellen liegen zum Beſsten, wenn sie nach Diagonalen geordnet werden. Fig. 1. Tab. 70., welches jedoch bey den langen Kammerschleusen nicht geschehen kann; wohl aber bey den groſsen Schutzschleusen, die breit sind. 4.) Des Schwellrostes Felder müssen ausgemauert seyn und nur bey festen Thonboden und guter Erde können sie aus Erde, Thon oder Mauerschutt bestehen und kleine 5 Schuh lange Spitzpfähle, welche einige darin (Pfahl an Pfahl) schlagen, sind zweckwidrig. Bey diesem Boden kann man sich auch der ausgemauerten Senkschächte §. 27. bedienen, wenn man sie auf einen Rost (versteht sich einen liegenden Rost) gründet, als wobey viel Mauerwerk erspart wird und der von

dem Kranze, worauf die Umfassung des Senkschachtes oder Senkpfeilers zuerst gemauert wird, gebildet ist. 5.) Ein mit Wasser stark geschwängerter Boden gebraucht einen Pfahlgrund, darüber einen Schwellrost und eine Spundwand, wovon bereits im vorigen Abschnitte das Nöthige vorgetragen ist. Man mufs jedoch, so viel als nur immer thunlich, das Wasser daraus ziehn. 6.) Der lose Boden mufs mit Einsenkung von Mauerschutt oder Kiesel, so viel als thunlich, compact gemacht werden. 7.) Ueberhaupt mufs man zwischen den Pfahlköpfen den Raum mit kleinen Steinen, Mörtel, Mauerschutt, Kiesel oder Klayerde ausfüllen und anstampfen oder besser mit Ziegel- und Trafsmörtel ausmauern. Da, wo übrigens eine Unterwaschung zwischen den Grundpfählen zu befürchten ist und solche Steinanfüllungen nicht liegen bleiben können, mufs man den Grund mit Spundplanken oder Spundpfählen — die 6 Schuh und tiefer in den festen Boden stehn müssen — umgeben, wie dies im vorigen Abschnitt gelehrt ist. Der innere Raum, das ist das Rostfeld, mufs aber ehe man Steine hinein wirft oder ein Mauerwerk darin aufführt, von Schlamm, Sand und Wurzelwerk gereinigt werden. 8.) Die Grundpfähle mufs man vertical und bis zum Stehen mit hinreichend schweren Rammbären einschlagen; wo möglich 8 bis 15 Fufs in den festen Grund. 9.) Die Stützpfähle müssen in der Regel $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ihrer Länge in den festen Grund stehen und stärker als die Grundpfähle seyn. 10.) Gegen das Eindringen des Wassers in die Schleusen von der Seite und durch den Vor- oder Hinterboden müssen bey einem wasserhaltigen Terrain, Spundwände rund um die Schleuse und in der Queere geschlagen werden, damit sich die Spundwände nicht vorwärts umbiegen, wenn sie längs einen Wasser und nicht von allen Seiten in Erde stehen, so wird die sechste Spundplanke Fig. 34. Tab. 89. an ihre Gurtung *b* oder an die zwey längs der Spundwand hinlaufenden Gurtungen *b* und *c*, mittelst dadurch gezogenen eisernen Bolzen *d*, die in der Wand ihren Kopf und dahinter die Schraube, worauf eine Schraubenmutter kommt, ha-

ben, befestigt (S. §. 73. des vorigen Abschnittes). Die Strebepfähle *e* und *f*, welche die Gurtungen *c* und *b* tragen, werden aber schräge eingerammt, um der Spundwand das Einrücken zu erleichtern, weil der Erdtheil *g* und *h* zusammengepreſst wird und daher auf diese Weise etwas gröſser ist. Ja! es wird auch noch wohl gegen die äussere Gurtung *c* und der innern *b* Strebepfähle *e* und *f* auf 6 bis 10 Fuſs Abstand eingeschlagen. Eine Vorsicht, die besonders bey den Vorböden der Schleusen und Wehren beobachtet wird und bey der groſsen Inondationsschleuse zu Theresienstadt und Josephsstadt, von dem K. K. Schleusen - Inspector Denis, mit Erfolg angewendet worden. Wozu man sich derer Spundplanken bedient, die in Fig. 17. Tab. 83. dargestellt sind, wenn der Grund locker ist. Sonst sind die gewöhnlichen, Fig. 16. gezeichneten, hinreichend. 11.) Unter den Seitenwänden der massiven Schleusen müssen die Grundpfähle wenigstens um das doppelte näher als unter dem Boden gesetzt werden. Ueberhaupt bedarf man unter dem Schleusenboden nicht mehr Reihen Pfähle als Längenschwellen sind Fig. III. Tab. 78. 12.) Wird dieser Boden aber in sehr groſsen Schleusen von einigen Werkstücklagen gemacht, so müssen die Steine keilförmig in einem verkehrten Gewölbe gelegt werden. 13.) Damit nun die Seitenwände gleichförmig auf ihre Fundirung drucken, so sind die Mauern, wo möglich von einer Gattung von Steinen und Gemäuer zu machen und überdieſs das gesammte Gemäuer allmählig zugleich rundherum aufzuführen. 14.) Da die Dichtigkeit desselben ein Haupterforderniſs ist, so muſs die Fundament-Mauer mit Traſs, Pozzolona oder andern wasserhaltigen Mörtel gemauert werden und ist daher immer rathsamer die Rostfelder (Fig. III. und IV. Tab. 18) bis zu dem ersten Plankenboden *B*, der zwischen die Längenschwellen 3. 3. und *q q* zu liegen kömmt, auszumauern, als sie mit Füllerde auszustampfen. 15.) Die Fundirungen müssen so tief gesenkt werden, daſs wenn der Strom die nahen Kiesellagen fortreiſst, dennoch der Baukörper nicht unterwaschen werden könne, d. h. sie müssen wo möglich der

tiefsten Stelle das ist der Strömung des nahen Flufsbettes gleich zu liegen kommen. Ueberhaupt müssen sie stets unter dem niedrigsten Wasser bleiben und so tief zu liegen kommen als es die Absicht des Bauwerkes erheifcht. 16.) Alles Holzwerk der Fundirung mufs gesund, so viel als möglich der Luft entzogen, mit Erde und Steinen bedeckt oder getheert werden: daher man auch zuweilen den Kopf der Spundwände oder ihre Holben in Steine einläfst. Die Grundpfähle müssen aber genau in den bestimmten Raum eingerammt scharf und horizontal abgeschnitten werden. 17.) Die Schwellen müssen auf die Grundpfähle recht fest und genau eingelassen und angetrieben und daselbst, wo der Boden nicht sehr locker ist, nur darauf genagelt werden. In lockern Boden, schlägt man aber durch den in die erste Rostschwellen *d* und *e* eingelassen Zapfen *a* der Grundpfähle *a b* Fig. 36. Tab. 89. einen hölzernen Keil, welcher den Zapfen des Pfahls recht an die Grundschwelle anprefst. Hierdurch macht man es möglich, dafs der Rost selbst in einem lockern Boden schwerere Lasten als gewöhnlich tragen kann: denn es kann kein Theil desselben senken, sondern das Ganze mufs nachgeben oder es müfsten mehrere Rostschwellen brechen, welches aber nicht zu befürchten steht. Dahingegen ist aber in vielen Rosten der alten Gebäude gefunden, dafs die Grundpfähle aus den Rostschwellen hinausgezogen mithin unnütz waren, welches bey dieser Methode nicht möglich ist. Zuerst legt man die kürzern das sind die *Queerschwellen* und dann die *Längenschwellen* darüber, welche letztere in die erstern eingelassen werden und zwar so tief, dafs sie der Oberfläche denen in den Feldern, welche sie formiren, zu liegenden kommenden Planken gleich liegen. Kommt der Plankenboden aber gleich auf die Queerschwellen zu liegen, so müssen diejenigen Queerschwellen, welche auf die Länge einen Planken auseinander liegen, die Figur *a b c d.* Fig. 35. Tab. 89. haben, damit die Planken *e* und *f* daran stofsen, folglich diese sicherer liegen und keine Fuge zwischen je zwo aneinanderstofsende Planken entsteht. 18.) Das Holzwerk mufs man mit heifsen Theer anstreichen und die Fugen gut calfa-

tern, die Werkstücken so grofs als möglich machen und des Eisens zu entbehren suchen; sich daher der steinernen Dollen, die beym Bau des Leuchtthurms zu Edyston angewendet sind 3ter B. S. 339. bedienen. Vorzüglich wichtig ist diese Verbindung bey Legung der Schleusendrempel und den Decklagen der Seitenmauer, weil sie die eisernen oder metallenen Klammern entbehrlich macht, die viel Geld kosten; verkalchen, oder wohl gar gestohlen werden. Ich verweise daher, um die Wiederholungen zu vermeiden — den Leser auf die citirte Stelle des dritten Bandes. Diese nothwendige Vorsichten sind bey vielen Grundbauen keinesweges beobachtet worden. So waren z. B. in Potsdamm (S. Mangers Beyträge S. 59.) die Rostschwellen ohne Zapfen und Loch auf die (bey dem ehemaligen Grundbau) Grundpfähle gelegt; viele von diesen waren an ihren Köpfen nicht einmal horizontal abgeschnitten, die Haupt - oder Längeschwellen waren da, wo die Queerschwellen auf dieselben trafen, zur Hälfte ausgeschnitten und letztere eben so viel, so dafs diese gebrochen waren. Die Grundpfähle waren in den Allignements der Schwellen nicht eingerammt (*).

(*) Manger hat übrigens auch die practische Methode (S. 174.) gezeigt, wie man in Holland und in den mehresten Baustellen bey dem Abkappen der Pfählen-Legung der Rostschwellen verfährt. Ich will diese Stelle unverändert aufnehmen, weil sie eine sehr deutliche und in der Anwendung nützliche Vorschrift enthält. (†)

(†) „Das richtigste Mittel alle Pfähle in einem Rammgrunde oberwärts ganz wagrecht abkappen, oder abköpfen zu können, ist wohl dieses: es nach dem Wasserstande, oder sogenannten Wasserpafs zu bewerkstelligen. Das heifst: Wenn man durch Hülfe der wasserschöpfenden Maschinen oder Schnecken, das Wasser so weit hinweggeschöpft hat, als die Höhen der obern Theile von den Zapfen an den Pfählen bestimmtermassen haben sollen, dafs man alsdenn unverzüglich nach diesem, überall gewifs wagrecht stehenden, Wasser, rings um die Pfähle so weit anhaue, als ihre Köpfe verkürzt werden müssen um die obere Fläche des Zapfens dadurch zu erhalten. Wenn dieses geschehen, müfste das Wasser so weit ausgeleeret werden, als die Höhe der Zapfen bis an den Ort beträgt, wo

§. 104. Zwey Hauptmethoden zur Aufführung der Mauerwerke auf lockern Boden in das Wasser hinein giebt es also bis jetzt 1tens. Entweder wird das Mauerwerk zwischen den bekannten und hier beschriebenen Fangedämmen 2tens. oder in gezimmerten Kästen errichtet.

sie geachselt werden sollen, um solche allda durchgehends wieder anzuhauen. Alsdenn könnte das Wasser noch mehr vermindert, und mit Verfertigung der Zapfen, nach den, überall angehauenen Zeichen fortgefahren werden. Diese Ausleerung und Wiederanfüllung des Wassers zu gewissen Höhen hätte hier auf viererley Weise geschehen müssen, weil nämlich die Pfähle und ihre Zapfen nicht alle einerley Höhe haben sollten. Ich will dergleichen Unterschied näher berühren."

1.) „Zuerst hätte das Wasser so weit ausgeleeret werden müssen, bis es in der Höhe gestanden, welche die Oberfläche der Zapfen aller Hauptschwellen hätten haben sollen, nämlich wie schon gedacht, aller Schwellen der Vorder-Mittel- und Hintermauern. 2.) Tiefer wäre es auszuleeren gewesen, um so viel die Länge, oder Höhe der Zapfen eben gedachter Hauptschwellen betragen hätte."

„Da aber die Queerschwellen zu allen Scheidewänden, aus nachher anzuführenden Ursachen höher, als die Hauptschwellen liegen mufsten, so wäre auch zu dem Vorzeichnen ihrer Pfähle das Wasser Anfangs wieder so hoch anzulassen nöthig gewesen, als 3.) die Oberfläche dieser Zapfen, und 4.) die Untertheile derselben, oder der eigentliche Schnitt der Pfähle erfordert hätte, wo die Schwelle ruhen sollte. Man hätte dergleichen Vorzeichnen an den Pfählen an vielen Stellen mit der Setz- oder Schrotwage verrichten können, wenn man von einer festgesetzten Höhe angefangen, und damit fort- und weiter gegangen wäre. Allein, jeder Prakticus weifs, wie sehr man sich bey aller Genauigkeit hierbey irren kann. Der Fehler eines Schnurschlages dicke vergrössert sich in kurzen ungemein, und bringt die gröfsten Unrichtigkeiten zu Wege. Hier waren noch das bereits üble Wetter; das Stehen der Arbeiter in dem kalten Wasser, und die nothwendige Eilfertigkeit. Hindernisse, die man zu erwägen, und also das Vorzeichnen nach dem, gewifs horizontal stehenden, Wasser vorzuziehen hatte. Indessen ist auch anzumerken, dafs es bey dergleichen Proceduren fehlerhaft seyn würde, wenn man sich bey einmal, nach einer bestimmten Höhe, ausgeschöpften und nunmehr gleichsam ganz eben gespannten, Wasser mit dem Vorzeichnen, oder Anhauen zu lange verweilen wollte. Das Wasser wächst von Secunde zu Secunde wieder höher. Man hätte also, sobald die richtige Höhe einmal da gewesen wäre, so viel als möglich Arbeiter, und so zu sagen, fast an jeden Pfahl zu gleicher Zeit, einen anstellen müssen, der das Merkmahl machte, wie weit Anfangs der Pfahlkopf ganz hinweg müfste, und wo hernach zum andernmale der Schnitt, oder Hieb, zum Achseln

Diese zwo Methoden hat der Ingenieur Tardif in seiner Nouvelle methode d'encaissement pour ſonder facilement et solidement, vereinigt.

§. 105. Nach dieser wird eine Dammkiste auf dem Lande gezimmert, welche nicht nur den Baukörper oder das aufzuführ-

hinkommen sollte. In der Folge, bey weit niedrigern Wasser; und wenn erst alles Vorangezeigte geschehen wäre, hätte noch allemahl zu mehrerer Überzeugung der Richtigkeit die Schnure angespannt werden können. Diese Weitläuftigkeit, mit den viermal anders zu erhöhenden oder erniedrigenden Wasser, ward unter gegenwärtigen Umständen, und besonders bey der schon eingetretenen schlimmen Witterung, dahin abgeändert, daſs das Wasser nur ein für allemahl bis zu der Höhe ausgeleeret wurde, wo die Unterkanten aller Hauptschwellen auf die Pfähle treffen sollten. Von da ward die Höhe der Zapfen nach einer Lehre genau vorgezeichnet, und allda die Pfähle abgeschnitten, bey den Queerwänden aber, wurden nach den Werkzeigen gedachten allgemeinen Wasserstandes an deren Pfählen erst sieben Zoll für die mehrere Höhe derselben und alsdenn ebenfalls die Zapfenhöhe, mit möglichster Genauigkeit abgestochen, und darnach das Abköpfen und Zapfenanschneiden verrichtet."

„Das horizontale oder wagerechte Abhauen, Abkappen, Abköpfen oder Abstämmen der Pfähle geschieht gewöhnlichermassen mit der Queeraxt: Nämlich, mit der flachen Schneide derselben wird rings herum vor- und eingehauen; mit der stehenden Schneide aber, von obenher, das Eingehauene abgespalten, und damit wechselsweise fortgefahren, bis der ganze Kopf geebnet ist. Einige bedienen sich auch zu den horizontalen Hieben, besonders bey dem ersten Abebnen neuer, oder auch bey den alten Pfählen, eines Instruments, das bey den Schiffbauern unter dem Nahmen eines Dächsels bekannt ist; nur daſs solches bey diesen, eine etwas ausgehöhlte, bey den Zimmerleuten aber eine geradere Bahn hat. Die Schneide desselben ist breiter, als die Fläche bey der Queeraxt, und die Arbeit fördert daher mit demselben besser, als bey dieser.

Die einfachen Pfähle werden (beym Potsdammer Grundbau) auf diese Weise sowohl zum erstenmale, bey Ebnung der Köpfe zur Oberfläche der Zapfen, als auch bey dem zweyten Einhiebe, der nur so viel Holz hinwegnehmen muſste, als rings um den Zapfen nöthig war, abgeköpft. Allein theils aus Vorsicht, daſs durch das bloſse Anhauen der Zapfen, bey übereinander gesetzten Pfählen, durch die Erschütterung des Verlängerungsstückes, nicht noch hinter drein an der, in der Tiefe steckenden eisernen, Armirung, einiger Bruch, oder andere Verrückung entstehen möchte; theils aber auch, weil nach gehöriger Vorbereitung und Application das Schneiden mit der Säge noch geschwinder, als das Hauen geschehen konnte: Dieser Ursachen wegen, sage ich, ward bey allen

rende Werk umschliessen, sondern auch den äussern Theil von dessen Fundirung ausmachen soll.

doppelt über einandergesetzten Pfählen das erste Ebnen der Köpfe und das zweyte Verkürzen derselben, zu Formirung der Zapfen, mit Sägeschnitten bewerkstelliget. Es kömmt dabey auf etwas tieferes Ausgraben der Erde rings um den Pfahl, und etwas mehreres Ausschöpfen des Grundwassers an, damit vier Mann, wovon zwey unmittelbar an den Griffen der Säge, die andern beyde aber an Tauen, die mit Knebeln versehen sind, ziehen, in kurzer Zeit ihre Schnitte, die gleich anfangs sehr genau seyn können, vollenden. Ich habe schon vorher verschiedentlich gedacht, dafs man bey allen dergleichen Arbeiten, niemals zu viele Genauigkeit und Sorgfalt anwenden könne. Hievon, nämlich von den richtigen Abköpfen und Zapfenmachen an den Pfählen, hängt auch das richtige Tragen der Rostschwellen, sowohl der ganz gelassenen Theile neben den Zapfen, als auch des ausgelochten Stücks, welches auf die Zapfen selbst trift, ab. Trift aber alles dieses nicht völlig und gänzlich auf einander, so dafs es gleichsam ein Ganzes ausmacht, so verursacht der Druck, der, nachher darauf kommenden, Last, Biegungen und Ungleichheiten, die dem Ganzen überhaupt, früh oder spät, nachtheilig werden. Es ward im Voraus festgesetzt, dafs alle Pfähle, Zapfen, und dafs ein jeder derselben 4 Zoll Breite, 2 Zoll Dicke, und 3 Zoll Länge, oder Höhe, haben sollte. Und hiernach wurde aufs genaueste gearbeitet. Die Ursachen hierzu waren folgende: Die Zapfen bewirken zwar weiter nichts, als dafs die Rostschwellen, gleich vom Anfange an, ihre ordentliche und richtige Lage auf den Pfählen erhalten müssen, und nicht etwa bey Krümmungen, oder andern Umständen, neben denselben hinweg gehen können. Da man nun bey geraden Schwellen und genau in der Linie geschlagenen Pfählen dergleichen nicht leicht zu befürchten hat. So scheint es, als wenn bey jeder einzelnen Schwellen nur etliche Zapfen an beyden Enden und in der Mitte, nöthig wären; die andern Pfähle aber könnten ebene Köpfe ohne Zapfen haben. Allein wie mühsam würde es eines Theils nicht seyn, überall zu bestimmen: Hier oder da mufs ein Zapfen seyn, dort kann er fehlen. Und wie viele könnten nicht unter dem Vorwande der Entbehrlichkeit, oder aus Nachlässigkeit, weggelassen werden, die doch wegen der Queerschwellen, Zangen etc. höchst nöthig wären. Man könnte es auch anderntheils nicht so genau wahrnehmen, ob alle Pfähle wirklich zum Tragen kämen, wenn solche zum Theil ohne Zapfen gelassen würden. Diese aber weisen richtig an, dafs die Schwelle die Pfähle fafst. Und wenn ja ein Zapfen wegen unrichtiger Wendung des Pfahls etwas seitwärts, und nicht völlig auf die Mitte desselben, kommt; so hilft er doch durch sein Gegenhalten der Schwelle dasjenige ersetzen, was dieser etwa an Tracht abgehen möchte, falls sie auf einer Seite etwas über den Pfahl vorstehen, auf der andern Seite aber dessen Kopf nicht völlig bedecken sollte."

Begreiflich mufs die Construction einer solchen Dammkiste, wenn man auf einen Schlamm- oder Sandgrund bauen will, dergestalt eingerichtet seyn, 1.) dafs die Dammkiste kein Wasser durchläfst, um in dem von ihr umschlossenen Raum das Mauerwerk aufzuführen. 2.) Dafs sie auch, je nachdem der Schlamm oder Sand unter ihn ausgebaggert wird, sich allmählig tiefer ins Wasser senkt. Die erste Bedingnifs wird erreicht, wenn sie zwo wasserdichte Wände *ab* und *cd* Fig. 47. Tab. 89. und solchen Boden *ac* erhält. Der zwoten kann zum sichersten entsprochen werden, wenn der Boden *ac* schräge abläuft und sich in der Spitze *a* endet, wo nur diese Spitze die Dammkiste trägt; folglich ihre Einsenkung vor sich gehen kann, sobald man aus den Raum *ace* den Sand weggefördert hat.

§. 106. Solche Dammkiste ist im Lichten $2\frac{1}{2}$ Fufs weit und ihre Ständer *fb* und *cd* weichen um $\frac{1}{48}$ der Höhe von der Verticallinie ab. Vor denselben hat sie eine aus zwey $2\frac{1}{2}$ zölligen Planken verfertigte Plankenwand *ii* und *ll*. Wie aber diese letztere im innern des die Dammkiste umschliessenden Raumes befestigt, d. i. gehalten werden, dies zeigt Fig. 46. Diese stellt nämlich die innere Wand der Hälfte von einer zu einem Brückenpfeiler (Fig. 49.) erforderlichen Dammkiste vor. Darinn sieht man 1.) den Durchschnitt I. der Dammkiste von 1 bis 2. 2.) Die Holzverbindung II, von *A* bis *I*, welche nicht nur die innere Wand von der gesammten Dammkiste bildet, sondern auch die Planken *kk* dieser Wand hält und mittelst den Zugriegeln *l*, welche die Ständer *cd* umfassen die zwo Hauptständer *cd* und *fb*, folglich auch den Körper der Dammkiste zusammen halten. Fig. 44. zeigt die innere Wand, der den Brückenpfeiler umgebenden Dammkiste 1. 3. Fig. 49; die auf eine ähnliche Art construirt ist. Die äussere Wand besteht blos aus den Planken, welche auf die Ständer genagelt sind und deren Fugen eben so, wie die Fugen der Wand *acd* schräge gehn und calfatert seyn müssen, damit in die Dammkiste das Wasser nicht eindringe.

§. 107. Ist eine solche Dammkiste *bis zu einer gewissen Höhe* verfertigt (denn man kann auch alsdann wenn der untere Theil im Wasser und auf den Grund steht, dieselbe noch erhöhen) so bringt man sie auf ein Balkenfloſs *m n* Fig. 48, rammt längs ihrer äussern Wand, Pſähle *pp* in den Grund; senkt sie mittelst den Winden *o* in das Wasser und fängt an, darinnen zu mauren (*). Die Senkung muſs jedoch stets horizontal bewerkstelligt werden, welches zum leichtesten geschehen kann, wenn längs der äussern Wand leere Tonnen, mittelst Seile, die unten an dem Eisen (*raq* Fig. 47.) (**) und unterhalb dem Wasser, befestigt werden. So wie die Dammkiste auf den Grund steht, wird zuerst in der Nähe derselbe und so tief als möglich unter der Spitze *a* der Sand und Schlamm weggebaggert, d. i. ausgehoben, jedoch auf allen Seiten gleichförmig tief, damit sie sich gleichförmig senke. So wie der Grund unter der Kiste weggenommen wird, muſs ihr Inneres auch ausgemauert werden, damit dies Mauerwerk sie herabdrücke und das Senken desto gewisser vor sich gehe.

§. 108. Wenn die Dammkiste bis auf den festen Boden gesenkt ist, so wird vollends derjenige Raum, welchen sie umschlieſst, vom Sande befreyet und ausgeschöpft. Ist er Wasserleer und geebnet: so führt man darin das Mauerwerk *E* Fig. 48. auf. Dasselbe könnte man aber der grössern Sicherheit wegen auf Sinkstücken oder einem Schwellroste legen! Ein Pfahlrost würde überflüſsig ſeyn, nachdem schon vorausgesetzt ist, daſs die Dammkiste bis auf den festen Boden hinabgesenkt werden muſs.

§. 109. Diese Methode wird in solchen Gewässern, wo der Strom langsam ist, insonderheit zu Hafendämmen, die man des Verkehrs wegen aufmauern muſs; zu Kays- und Festungsmauren in stehendes Gewässer, gute Dienste leisten.

(*) Sowohl bey dieser 48ten Figur als in Fig. 47. ist das Holzwerk der innern Wand II nur zum Theil vorgestellt und die Planken weggelassen.

(**) Diesen Eisenbeschlag macht die Spitze der Dammkiste aus und geht durchaus.

Herr Tardiſ giebt noch eine Parallele der Kasten von dieser Bauart und der gewöhnlichen mit Fangedämmen, findet sie für die erstere geringer als für diese.

§. 110. Die wesentlichen Vorzüge dieser Methode bestehn darin, daſs man mit derselben daselbst fundiren kann, wo wegen der grossen Tieſe, die sonst bekannten Fangedämme nicht mehr angewendet werden können.

§. 111. Was ich nun noch über die verschiedenen Methoden, welche man angewendet hat, Wasserbauwerke aller Art an und im Wasser zu gründen und zu bauen vortragen könnte, dies ist gröſstentheils hier; im 1ten Bande S. 292 bis 301; im 2ten Bande S. 38 bis 409, 426 bis 474; 461 bis 463. und 470; im 3ten B. S. 17 bis 21. 206 bis 229; 246 bis 259; 273 bis 297. vorgetragen worden. Zwar könnte ich alle diejenigen Baumethoden erklären, deren man sich beym Bau der Brücken bedient, um ohne Fangedämme die Pfeiler und Wiederlager zu gründen; aber ich habe auch schon über den Bau in Kästen; über den auf einen losen Steinbau; mit Sinkstücken; und auf dem unter Wasser abgeschnittenen Pſahlrost; endlich über den Bau auf Felsen und Morastboden, auf den citirten Seiten das Wesentlichste vorgetragen. Dem Wiſsbegierigen wird es daher ein Leichtes seyn, sich mit allen diesen Baumethoden bekannt zu machen. Alles was ich daher noch davon anführen kann, muſs dem Speziellen des Schleusenbaues, ſolglich den zwo ſolgenden Abschnitten und dem Brückenbau vorbehalten bleiben.

VIERTER ABSCHNITT.

VON DER ANLAGE DER SCHLEUSEN ALLER ART.

I. *Erklärungen.*

§. 112. Unter eine Schleuse verstehe ich im Allgemeinen — ein solches Bauwerk mittelst welchem das höhere Wasser von irgend einem niedrigliegenden Land - oder Wasserbezirk, auf

eine *unbestimmte Zeit*, — je nach dem Wunsche der Landesbewohner oder den besondern Absichten und Errichtungen der Wasserbaukundigen zurückgehalten werden kann.

Die zwo wesentlichsten Theile einer Schleuse sind demnach

a) die das Wasser durchlassende Oeffnung — *Schleusen-Oeffnung*

b) das *Thor* oder *Schütz*, welches das obere von dem untern Wasser trennt. Ein *Schleusenthor* dreht sich aber horizontal und ein *Schütz* wird vertical aufgezogen. Werden zwey Thorflügel gegeneinander geschlagen oder gestemmt: so heifst das Thor ein *Stemmthor*.

§. 113. Da die spezielle Benennung der Schleusen dem Zweck, um dessen willen sie angelegt werden, entsprechen mufs: so will ich sie in dieser Hinsicht classifiziren.

Soll demnach eine Schleuse das Meer oder hohe Flufswasser von den Entwässerungs-Canälen einer Landschaft, d. i. von den innern Gewässern abhalten, so ist das eine *Schutzschleuse*. Liegt dieselbe am Meer, so heifst sie eine *Seeschleuse*.

§. 114. Wird eine solche Schleuse mittelst des Drucks vom Binnenwasser, während der Ebbe des Meeres oder des niedrigen Standes des Flusses, geöffnet; und führt sie daher das innere Gewässer ab: so wird sie eine *Entwässerungs-* oder *Auslafs-Schleuse* genannt. Sie hat entweder einen oder zwey Thorflügel, Fig. 74. welche sich, je nach dem Stande des äussern und innern Wassers, öffnen oder zuschlagen. Besteht dieselbe aber nur aus einem Aufziehschütz, Fig. 7. so nenne ich sie *Entwässerungs-Schütz*.

Wenn eine solche Schleuse oder Schütz aus einem Canal, Flufs oder Mühlgraben, das Wasser seitwärts ableitet, so nennt man jene eine *Ablafs-Schleuse* und dieses einen Ablafs; in einigen Ländern auch eine *Freyarche* oder *Freyschütz*; wenn der Ablafs auf einem Mühlgraben oder seitwärts den Mühlrädern angebracht ist. Verschliefst das Schütz die Gerinne der Wasserräder, so heifst es bey den Kornmühlen, das *Mühlschütz*; und bey andern Maschinen das Schütz, oder auch wohl Aufziehschütz. Ist

die Entwässerungs - Schleuse sehr klein oder nur mit einem kleinen Schütz verschlossen und unter oder vor einem Damme oder Deich angebracht unter, welchem das Wasser nach ihr hinfliefst, so nennt man sie in den deutschen Marschländern *Siel*; auch wohl eine *Balkenschleuse*, wenn ihre Seitenwände und Decke aus Balken bestehen Tab. 89. Fig. 74.

Wird ein Seil mit einer Klappe *a* Fig. 40. Tab. 89. die an dessen Decke mittelst zwo Charniere befestigt ist, geschlossen, so heifst es ein Klapsiel; in den Marschgegenden an der Nordsee auch wohl eine Pumpe, *Pumpsiel* oder *Sichter*, wenn nämlich die Klappe an eine hölzerne Röhre angebracht ist. Auf der entgegengesetzten Seite wird in *b* ein Aufziehschütz gemacht und darüber hin oder auf die Decke *c* der Damm angelegt.

§. 115. Führt man mittelst eines Grabens oder Canals einem Flusse, der mehrere Maschinen treibt noch Wasser zu und mufs sich dieses durch ein in der Nähe des das Wasser aufzunehmenden Flusses oder des Recipienten angebrachten Schütz oder Schleuse ergiefsen, so nenne ich jenes ein *Zuleitungs* - oder *Einlafs-Schütz* und diese eine Zuleitungs- oder *Einlafsschleuse.* So habe ich auch im 2ten Bande S. 341. diejenigen Schleusen genannt, welche während der Fluth das Seewasser in die Canäle von Amsterdam führen. Diejenigen, welche es wieder, während der Ebbe abführen, nenne ich dort *Auslafs - Schleusen.*

§. 116. Zu der Bewässerung oder Fruchtbarmachung dürrer Sandfelder und der Wiesen ist es nothwendig, das Regen- und Bachwasser, insonderheit wenn es mit aus den Gebirgen kommenden fetten Erdtheilen, Laub u. dergl. geschwängert ist, darauf zu leiten. Zu diesem Endzweck werden in dem Haupt-Zuleitungs - oder Bewässerungs - Graben Schütze eingesetzt, dieselben heifsen *Stau* - oder *Bewässerungsschütze.*

§. 117. Hält eine Schleuse das Wasser in den innern Häfen oder Bassins, während davor die Ebbe eintritt Tab. 70.; oder schliefst sie das Wasser eines hoch liegenden Landesbezirks von dem eines niedrig liegenden ab, ohne dafs bey ihrem Bau

auf die Durchschleusung der Schiffe Rücksicht genommen worden; dient sie dazu, eine Landschaft unter Wasser zu setzen, um die Vertheidigung des Landes oder der Festungen zu erleichtern: so ist das eine *Stauschleuse* oder im letzten Fall eine *Inondationsschleuse*. Hat dieselbe nur ein kleines Aufziehschütz: so heifst sie *Stauschütz*.

Zum Behuf der militärischen Inondationen werden in der Schleusenöffnung Balken in Fugen eingelegt, die alsdann mittelst Hebezeuge ausgehoben, oder mit einemmahl, indem der verticalstehende und die Balken an einer Seite haltende Ständer heruntergestofsen wird, aus der Oeffnung gesprengt werden. Besonders gut sind diese Vorrichtungen zu Gorkum in Holland und zu Theresienstadt und Josephsstadt in Böhmen, in letztern Festungen von Herrn Denis, K. K. Schleusen-Inspector, angelegt.

§. 118. In frühern Zeiten bediente man sich zur Befahrung seichter Flüsse der *Stauschütze*, wie noch jetzt auf dem Bacchiglione im Venetianischen geschieht, um längs der Mühlen zu passiren, wiewohl sie zur Schiffahrt nicht mit Nutzen zu gebrauchen sind. Ein aus zwey Flügeln bestehendes Schleusenthor wird auf der Charente in Frankreich zum nämlichen Behuf gebraucht. Solche Vorrichtung macht eigentlich den Uebergang von den Schützen zu den Schiffahrtsschleusen aus. Sie können indessen füglich zu den *Durchlässen*, welche man zum Behuf der Schiffahrt auf seichten und schnellen Flüssen anlegt, gezählt werden. Ich werde sie daher im 5ten Bande abhandeln.

§. 119. Hat die an einem Wasserbezirk oder Bassin liegende Stauschleuse *Drehthore*, das sind Thore, die sich erst öffnen, wenn das Wasser hinter der Schleuse hoch und vor derselben niedrig steht, oder hat dieselbe Aufziehschütze, welche nicht früher geöffnet werden, bis ein solcher Stand des innern und äussern Wassers eingetreten ist, um jenes hochstehende Wasser durch die Hafenstrafse oder einen Canal strömen und

so den Schlamm oder die kleinen Steine wegspühlen zu lassen: so heifst die Schleuse eine *Spühlschleuse.*

§. 120. Wird in Wäldern eine Abdammung angelegt, um das Wasser kleiner Bäche in ein mit dem Damm gesperrtes Thal zu sammeln, um das so geschwellte Wasser in einen unterhalb dem Thal fliefsenden Bache zu leiten, damit das darin gelegte Holz fortgeschwemmt werde: so wird in dem Damme, d. i. in der *Thalsperre* ein Durchlafs nothwendig. Solche Thalsperre wird gewöhnlich aus Balken gemacht und erhält Schütze. Diese ganze Vorrichtung wird eine *Wasserspannung*, *Holzschwemme*; oder auch wohl in einigen Ländern eine *Klause* (ein enger Pafs) genannt.

Legt man zu eben diesem Behuf, d. i. zum Holzschwemmen, in einem Flusse eine Plankenwand (S. 2ter Abschnitt §. 68.) oder liegt in einer Canalhaltung eine bewegliche Holzwand, um das Wasser zurückzuhalten, so heifst dies eine *Stauwand*, weil die Wand das Wasser aufstaut.

§. 121. Die nützlichste Art Schleusen ist aber diejenige, welche zum Behuf der Schiffahrt dient, um den Fall des Erdreichs zu übersteigen, das ist mit den Schiffen auf eine Höhe von der Ebene oder von jener nach dieser zu gelangen. Sie werden *Kammer-*, *Fang-*, *Kasten-* oder *Canal-*, im Allgemeinen aber *Schifffahrtsschleusen* (Tab. 77.) genannt. Sie bestehn nämlich aus dem *obern* und *untern Thor*, den zwo *Seitenwänden* und dem *Boden*: welches alles die *Kammer* ausmacht, welche die durchzuschleusende Schiffe aufnimmt.

§. 122. In frühern Zeiten bediente man sich zu den zwo Thoren der Aufziehschütze, die aber nur bey einem geringen Fall von etwa vier Schuh anzuwenden waren. Gegenwärtig würde man durch deren Anwendung bey Kammerschleusen, nachdem wir die Stemmthore leicht zu öffnen und zu verschliessen verstehen, eine grofse Unwissenheit verrathen und solche Schleuse mit Schützen würde eine wahre Satyre auf den Schleusenbau des Landes seyn.

§. 123. Aelter und besser als die Kammerschleusen mit Aufziehschützen, sind die *Rollbrücken.* Dies sind schiefe Flächen mit in der Queere liegenden Rollen versehen, über welchen das Schiff aus einem untern Canal in den obern mit Hülfe von Treträdern oder Flaschenzügen und Winden gezogen wird. In Holland (wo man eine Rollbrücke overtoom heifst) habe ich noch acht solcher Rollbrücken angetroffen. Gewöhnlich ist der Rücken der Fläche 4 bis 8 Schuh über die Oberfläche des untern Wassers erhoben. Er besteht aus einer Walze oder Rolle, über welche das Schiff umkippt.

Macartney, in seinen Nachrichten über China, beschreibt eine solche Vorrichtung, wobey jedoch die zwo schrägen Flächen aus festliegenden Bohlen bestehen und nur der Sattel eine Walze ist.

§. 124. In neueren Zeiten sind zur Vermeidung der Kammerschleuse grofse *schräge Flächen* oder auch verticale *Schächte* in Vorschlag gebracht worden, um die Schiffe mittelst Winden, Flaschenzügen, Wasserkübeln und Gewichten aufwärts zu bringen oder herunter zu lassen. Auf einigen Plätzen hat man diese Vorrichtungen auch in Anwendung gebracht und in Deutschland, nämlich zu Freyberg in Sachsen, waren sie es schon lange, wiewohl man sie für eine Erfindung der Engländer ausgiebt. Doch! ich kehre zu den Kammerschleusen zurück.

§. 125. Einige der besten Schiffahrtsschleusen sind auf Tab. 77. 78. und 79. dargestellt. Werden nun zwo oder mehrere solcher Schleusen oder Schleusenkammern aneinander gelegt, wie Tab. 76. Fig. 1. und 2. zeigt, so heifst das Ganze ein *gekuppelter Schleusenfall* von zwey, drey oder mehreren Kammern; oder auch, wenn nur zwey Kammern aneinander stofsen, eine *gekuppelte Schleuse.*

§. 126. Zuweilen ist es wegen Ersparung des Wassers und der Zeit zweckmäfsig, dafs man in einer und der nämlichen Schleuse zwey Kammern, also eine Mittelwand und vier Thore anlegt; nämlich eine Kammer für grofse und die andere für

kleine Schiffe, wie bey der Schlykerschleuse Fig. 1. Tab. 73., bey der Schleuse zu Muyden und bey einer ohnweit Gouda nahe am Rhein liegenden Schleuse geschehen ist. Solche Schleuse will ich eine *Doppelschleuse* nennen, weil sie zum zweyfachen Gebrauche ist, nämlich, wie gesagt, für grofse und kleine Schiffe.

§. 127. Liegt in einem schiffbaren Flusse ein Aufziehschütz oder eine Vorrichtung, bey welcher man mittelst Einlegung von Balken das Wasser aufstauet, um eine zur Tragung der Schiffe hinreichende Tiefe zu erhalten, welche aber geöffnet wird, wenn ein Schiff durchgeht: so heifst eine solche Vorrichtung ein *Durchlafs* oder eine *Wasserstauung* zum Behuf der Schifffahrt.

§. 128. Mufs an dem Vereinigungspuncte mehrerer Canäle eine Schleuse placirt werden, so ist dafür die runde Form die angemessenste, um die wirbelnde Bewegung des darin einströmenden Wassers, welche dem Schleusenboden und den Schleusenwänden schädlich seyn würde, zu verringern und unschädlich zu machen; so wie auch die Drehung der Schiffe zu erleichtern. Solche Schleuse Fig. 2. Tab. 77. mag daher eher eine *runde*, als eine *Kesselschleuse* genannt werden.

§. 129. Was die Erfindung der Schütze und Schleusen anbetrifft, so wird es uns schwerlich gelingen, die Urheber zu entdecken. Schütze mufsten indessen in den frühesten Zeiten, als der Ackerbau begann, in Gräben angelegt werden, um das Wasser auszulassen und das davor zuweilen höher anlauffende äussere Wasser davon zurückzuhalten. Zu den Mühlen wurden sie schon vor zwey Tausend Jahren gebraucht und zu der Bewässerung der Wiesen bediente man sich ihrer auch in Europa, zu Plinius Zeiten.

Die Anlage der grofsen Stauschleusen mit Stemmthoren ist diesen Schützen gefolgt: denn es konnten die niedrigen an dem Meere gelegenen und dem täglichen Austritt der Fluth ausgesetzten Gegenden (Marschländer) weder zu Acker noch zu Wiesen benutzt werden, wenn dieselben nicht mit Deichen umgeben

wurden. Aus den eingedeichten Bezirken (Polders) konnte aber das Binnenwasser während der Ebbe nicht ablauffen, wenn man nicht Schütze oder Stauschleusen Fig. 31. Tab. 89. in denen unter den Deichen durchgeführten Entwässerungs - Gräben anlegte, weil ja sonst in diesen letztern die Fluth einen freyen Eingang gehabt und das Land überschwemmt haben würde. Späterhin, d. i. zu der Zeit, als die Marschbewohner die innere Schifffahrt einführten, hatten sie Schifffahrts oder Kammerschleusen nothwendig, um während der Fluth aus der See in die inneren ihre Wohnsitze umgebenden Gewässer zu gelangen, oder während der Ebbe aus ihren, wegen der innern Schifffahrt höher als die See stehenden Landgewässern in die See zu fahren. Fälle, die besonders in den Niederlanden so häufig sind.

Alle neueren Schriftsteller, die über Schleusen und Canäle schrieben, haben den Italienern nachgesprochen und denselben die Erfindung der Kammerschleusen zuerkannt, wiewohl in diesem Lande, welches an Meeren liegt, an deren Ufer der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe nur unbedeutend ist, die Veranlassung dazu keinesweges, vor Anlegung der Canäle ein nothwendiges Bedürfnifs war. Die Italienischen Schriftsteller halten nämlich dafür: dafs ohnweit Padua im Jahr 1481 die erste Schleuse der Art erbauet worden sey (Frisi dei Canali navigabili p. 248). Bey meiner im Jahr 1803 in Hinsicht der Wasserbauanlagen aller Art; der innern Canäle; der Häfen, Brücken und Landstrafsen, gemachten Bereisung der Oestreichisch - Venetianischen Provinzen habe ich den Ort gesucht, wo jene Schleuse stand. Er befindet sich nämlich auf dem Canal Piovego, welcher den Bacchiglione bey Padua verläfst und sich mit der Brenta bey Stra vereinigt. Hier, nahe bey dem Zusammenflusse dieser Gewässer, lag die erwähnte Schleuse, deren von Ziegeln gemauerte Seitenwände noch jetzt die Ufer des Canals Piovego oberhalb der Brücke von Stra formiren. Sie ist bey der mit dem Brentaflusse vorgenommenen Veränderung abgebrochen und statt ihrer ist weiter abwärts bey dem Dorfe Dolo eine andere aber runde mit

vierzehn Schuh breiten Thoren versehene Kammerschleuse erbauet worden, mittelst welcher die Schiffe aus dem Flusse Brenta in den Canal Brenta morte hinabsteigen. Diese runde Schleuse ist indessen unter den Venetianischen Schleusen die beſste, welches aber in der That nicht viel sagen will.

Daſs die Kammerschleusen *nicht* in Italien erſunden und darin nicht ſrüher als in andern Ländern angelegt sind, dies unterliegt, wenn man unpartheiisch ist, keinem Zweifel. Ihre Bauart war nämlich weit ſrüher in Holland als in Italien bekannt: denn schon im Jahr 1253 ertheilte der Graf Wilhelm II. die Erlaubniſs bey Spaarndamm eine vier und zwanzig Schuh weite Kammerschleuse (Kolksluis) zu erbauen. Ein hundert sechszig Jahr später wurde dieselbe neun Fuſs gegen die Sparne verlängert. Ja! es waren bereits im Jahr 1220 in Amsterdam Schleusen vorhanden (*) und höchst wahrscheinlich waren es *Kammerschleusen*: denn wie hätte man sonst aus der Amstel und den Canälen der Stadt in das Y ſahren können? Ohne Kammerschleusen bey Spaarndamm war auch die Fahrt von Amsterdam über das Y nach Haarlem durch Spaarndamm, welche doch im XIII. Jahrhundert bestand, nicht möglich: denn der Unterschied des äussern Wassers (d. i. vom Y) und des innern Wassers (des Haarlemmer Meers) machte eine Kammerschleuse bey Spaarndamm nothwendig.

Es ist daher evident: daſs die *Holländer* und nicht die *Italiener* die ersten Erſinder der Kammerschleusen sind. Wir sehen indessen, daſs die Behauptung einiger Schriſtsteller, nach welchen Stevin, ein Holländer, der im XVI. Jahrhundert über den Bau der Schleusen schrieb, der Erſinder von Kammerschleusen seyn soll, ungegründet ist.

§. 130. Bevor wir nun die einzelnen Theile einer Schiffſahrtsschleuse kennen lernen, wollen wir die Art und Weise zei-

(*) Verhandeling over de Verbetering der Ontlasting van Rhynlands-Boezemwoter.

gen: wie ein Schiff durch eine solche Schleuse passirt, d. i. *durchgeschleufst* wird.

Soll ein Schiff aus der *untern Canalhaltung M* Fig. III. Tab. 77. in die *obere Canalhaltung* oder aus dem untern Wasser in ein höherstehendes geschleufst werden (*): so wird dasselbe — nachdem das untere Schleusenthor *A* geöffnet ist, in die Schleusenkammer III. gezogen, worinn das Wasser mit dem in der untern Haltung befindlichen Wasser, wagerecht steht. Jetzt wird das untere Thor geschlossen und es wird das Wasser aus der obern Haltung auf mehr als eine Weise bis in die Schleusenkammer eingelassen, damit dieselbe so hoch gefüllt werde, als das Wasser in der obern Haltung steht (**). Nachdem nun dieses Wasser das in der Schleusenkammer stehende Schiff gehoben hat und der Druck des Wassers gegen das *obere Thor B* aufhört, indem das Wasser in der Schleuse mit dem davorstehenden wagerecht ist: so öffnet man dieses Thor und zieht das Schiff in die obere Canalhaltung. Solches Manövre wird eine *Durchschleusung* oder auch ein *Schleusengang* (éclusée) genannt.

Ist daher zu eben der Zeit, in welcher ein Schiff aus der untern Haltung in die obere geschleufst wurde, ein anderes Schiff oberhalb vor der Schleuse angelangt, um in die untere Canalhaltung zu gelangen, so bedarf es keines neuen Wasseraufwandes zum Schleusengange, sondern das Schiff wird sogleich in die gefüllte Schleuse eingeschoben, das obere Schleusenthor

(*) Den zwischen zweyen Schleusen liegende Theil eines Canals nenne ich *Canalhaltung* (retenue) oder auch zuweilen in der Folge, der Kürze wegen *Haltung*. Einige Schriftsteller nennen dieselbe Canalstrecke, andere, das Canalstück.

(**) Bey einigen Schleusen werden zuweilen die Kammern nicht aus der obern Canalhaltung, sondern aus daran liegenden Seiten-Bassins gefüllt, welcher Fall bey der Schleuse von Bousingen angewandt ist.

wird geschlossen und das Wasser aus der Kammer so tief abgelassen, dafs es dem in der untern Canalhaltung gleich steht. Das gleichfalls sich gesenkte Schiff tritt nun aus der Schleuse, nachdem das untere Thor *A* geöffnet ist, heraus und setzt seinen Lauf in der untern Canalhaltung fort.

Kömmt aber, nachdem ein Schiff in die obere Haltung eingetreten ist, ein zweytes am untern Schleusenthor an, oder sollen zwey Schiffe entweder von oben herab oder von unten hinauf geschleufst werden, so mufs das in der Kammer, bey der Durchschleusung des ersten Schiffes eingetretene Wasser bis zur Oberfläche der untern Haltung ablaufen, damit das zweyte Schiff in die Schleuse eintrete. Welche Regeln aus diesen Fällen, in Hinsicht des zur Füllung der Schleusen erforderlichen Wassers entstehen, dies werden wir beym Canalbau sehen.

§. 131. Bey einer jeden Schleuse besteht die Schleusen-Oeffnung *a*) aus den zwo Seitenwänden *G* Fig. XVIII. Tab. 77. (Schleusenwänden, Seitenmauern), *b*) aus dem *Schleusenboden DH*, *c*) den *Flügelmauern a b c.* Dieses alles wird entweder von Zimmerwerk, von Steinen, oder von diesen und jenem zugleich aufgeführt. Im ersten Fall heifst die Schleuse überhaupt eine hölzerne Schleuse, in den zwo letzten eine *massive Schleuse.*

§. 132. Jede Kammerschleuse wird in drey Haupttheile getheilt. Der obere Theil oder das Vorderhaupt Fig. XVIII. Tab. 77. geht bis zur Fallmauer *M* Fig. III. (Besteht diese Abstuffung von Holz, so nenne ich sie *Fallwand*). Das *Unterhaupt* begreift den Theil, worin das Unterthor steht und den zwischen zwo Schleusenthoren befindlichen Raum nennt man die *Kammer* oder *Schleusenkammer.*

Zuweilen wird oberhalb vor der Schleuse noch eine Kunstbefestigung der Canalsohle gemacht. Dieselbe heifst dann der *Vorboden.* Auch unterhalb der Schleuse wird sie angelegt und dieser untere Vorboden heifst das *Sturzbett.* Oefters formirt der obere Vorboden auch ein wirkliches Sturzbett, welches bey den

Seeschleusen (Tab. 76.) der Fall ist, indem das Wasser darüber hinstürzt.

Wird die Schleusenöffnung nicht mit einem Schütz, sondern mit einem aus einem oder zweyen Thorflügeln bestehenden Thor verschlossen, so mufs eine über den Schleusenboden drey bis sechs Zoll erhobene Schwelle *ecd* Fig. 6. Tab. 75. *Anschlagschwelle* angebracht werden, welche mit dem *Schlagbalken cd* und dem *Haupte e* den *Drempel* ausmacht. Derselbe kann auch aus Steinen *E* Tab. 77. Fig. 18. oder aus Holz zusammengesetzt seyn. Man versteht also unter den *Schleusendrempel* den erhöheten Theil des Schleusenbodens, woran die zwo Flügel eines Stemmthores anschlagen. Die Erhöhung, woran ein Flügel anschlägt, heifst *Schlagschwelle*, welche queer über den Schleusenboden geht.

§. 133. Wenn die Schleusen geöffnet sind, so müssen die Schleusenthore nicht blos an die Seitenwände angelehnt seyn, weil sie die Oeffnung schmälern würden, sondern sie müssen in die Wände sich hineinlegen. Diese zu dem Behuf gemachte Einziehung *B* heifst die *Thorkammer*, weil sie das Thor einnimmt.

§. 134. Will man mit einer fertigen Schleuse eine Hauptausbesserung vornehmen, so mufs dieselbe trocken gelegt werden. Dazu dienen die Falze *xx* Fig. 11. Tab. 78., worin man Balken legt und die man *Dammfalze* nennt.

§. 135. Wenn ein Schleusen-Thorflügel sich durch den Druck des höher stehenden Wassers öffnen mufs, oder besser, wenn des Flügels seine *Wendesäule*: oder seinen Drehpunct nicht an einem Ende der Anschlagschwelle, sondern etwa in dessen Mitte oder noch auf einige Schuh davon entfernt hat: so heifst dasselbe ein Drehthor, Fig. 66. Tab. 89.

Da es Schleusen giebt, welche drey und vier Stemmthore haben (Tab. 73. und Fig. 1. Tab. 75.), so wird dasjenige paar Flügel oder das Thor *i*, welches gegen das gewöhnlich zum höchsten stehende Wasser gekehrt ist, das *Fluththor* genannt.

Im Gegensatz heifst das dem binnen oder niedrigen Wasser zugekehrte Thor *l* das *Ebbethor*.

Es giebt auch Schleusen, die gegen das Binnenwasser sowohl, als gegen das äussere Wasser Fluththore haben. Wenn nämlich das erstere bis zu einer bestimmten Höhe — in Hinsicht der innern Schifffahrt — gehalten werden mufs. Ein Fall, der bey der am Seehafen Nieuwendiep liegenden Schleuse Tab. 48. und 78. Fig. IV. statt hat.

§. 136. Hat eine Seeschleuse Tab. 72. von der wogenden Fluth viel auszuhalten: so erhält dieselbe zwey Fluththore *k* und *i*, wo alsdann das vordere oder höhere *i* das *Sturmthor* heifst, weil es die Sturmfluthen abhalten soll.

§. 137. Da man sich zur Schliefsung der Schiffsdocken, die an solchen Meeren liegen, worin kein merklicher Unterschied von Fluth und Ebbe statt hat, derer in Nuthen gehenden Pontons 5. 6. Tab. 60. bedient, so heifst ein solches vertical aufsteigendes Thor ein *Pontonthor*.

Der Holländische Schleusenbaumeister Redelykheid hat eine Thoreinrichtung erfunden, bey welcher die Thore in die auf die Lage der Schleusenkammer senkrecht stehende Maueröffnungen hineingeschoben werden. Diese seitwärts beweglichen Thore heifsen *Coulissenthore*, weil sie wie die Coulissen eines Theaters bewegbar sind. Bis jetzt sind aber erst in Rufsland solche Thore angelegt worden.

§. 138. Was die Ein- und Auslassung des Wassers in und aus den Schleusen anbetrifft, so wird dieselbe auf mancherley Art bewerkstelligt.

1.) Es wird in jedem Thorflügel ein kleines Schütz *t* Fig. VI. Tab. 77. gemacht, welches entweder mittelst einer hölzernen Schraube *a* einer gezahnten Stange *x* Fig. IV. *ef* Fig. 10. und 11. Tab. 89. (*) und mittelst der Schraube ohne Ende Fig. 36. 37.

(*) Es ist dieses die eigentliche doppelte Wagenwinde. Gewöhnlich bedient man sich zu den Schleusen der einfachen Wagenwinde Fig. 35

und 41., wie dies in dem 2ten Absch. der 6ten Abth. §. 27. und 28. beschrieben ist, als worauf ich verweise, oder eines Hebels, *Druckbügels* (*c* Fig. 1. Tab. 79.) Tab. 89. Fig. 60. und 69. *abc*; auch wohl mittelst einer kleinen Winde *a* Fig. 51. Tab. 89. und Kette *b*, die über eine Rolle *c* läuft; endlich mit einem Flaschenzuge geöffnet wird.

2.) In den Seitenwänden kommen *Umläufe* Fig. 11. Tab. 78. (*Aquaeducte*) 1.2.; oder auch verticale *Schächte* Tab. 81. Fig. 6. *abf*.

3.) Diese Schächte und Aquaeducte werden auch ausserhalb der Seitenmauern gelegt, wie an den Schleusen auf dem Canal des Herzogs von Bridgewater Tab. 81. Fig. geschehen ist, man öffnet dieselben entweder mit den beschriebenen Vorrichtungen oder wenn sie von grofser Gattung sind, mittelst starker Schrauben *aa* Fig. 23. 24. und 25. Tab. 89., die durch Drehbäume *b* herumgedreht werden. Die Schraubenmutter befindet sich in dem Drehblock *cd* und die Schraube ist bey *e* an das Schütz *f* befestiget. Gegen den Regen und Schnee ist die Schraube mit dem Dache *h* verbunden. Bey *ii* steht diese Vorrichtung auf der Schleuse mittelst den eisernen Träger *ig*.

Zur Schliefsung und Oeffnung der verticalen Umlaufschächte hat sich der General-Inspector Gauthey bey den Schleusen am Canal von Charollois eines Kreisstückes bedient, welches an ei-

und 39., wo alsdann das an der Kurbel *ab* befestigte Rad oder Getriebe *c* gleich in die gezahnte Stange *dd* eingreift, die Drehkurbel kann von aufsen mit einem Sperrhaken *f* in die beym Gebrauch dieser Vorrichtung erforderlichen Lage gehalten werden. Es versteht sich, dafs die Winde von Eisen gemacht werden mufs. Wollte man bey sehr grofsen *Schützen* die Kraft an der Kurbel der Winde vermehren, so kann man an dieser Kurbel eine Schraube ohne Ende anbringen, dieselbe in ein gezahntes horizontal liegendes Rad, dessen mittlerer Theil eine Schraubenmutter formirt, eingreifen und dann die aufsteigende Windestange aus einer Schraube bestehn lassen, welche von jener Schraubenmutter auf und nieder geschraubt wird. Eine Vorrichtung, die man auch mit Vortheil zur Hebung schwerer Lasten gebrauchen kann.

ne Stange befestiget ist, die sich mit einem Hebel oben endigt. Wird dieser heruntergedruckt, so geht das Kreisstück in die Höhe.

4.) Die kleinen Schützöffnungen kann man auch mittelst einer horizontalen Welle, die ein Getriebe hat, welches in eine an das Schütz befestigte gezahnte Stange greift, folglich dieselbe hinauf und hinabschieben, d. i. das Schütz öffnen oder verschliessen, wie diefs bey verschiedenen Mühlschützen wirklich geschieht.

Die Welle selbst aber kann mittelst einer seitwärts angebrachten Gabelscheibe und eines Hornhaspels herumbewegt werden.

Eine Vorrichtung, die auch bey der Verschliefsung verticaler Schächte anwendbar ist.

§. 139. Wenn die Canalhaltung während den Regengüssen oder dem Aufthauen des Schnees eine so grofse Wassermenge aufnehmen mufs, dafs der Canal sie nicht fassen kann: so ist auf alle erdenkliche Art für den schnellen Abflufs des hohen Wassers zu sorgen. Dazu ist die Oeffnung der Schleusenthore nicht allemahl thunlich und hinreichend und die Seitenablässe, von denen in der nächstfolgenden Abtheilung gehandelt werden soll, können oftmals zu der Abführung des überflüssigen Wassers bey mittler Wasserhöhe nicht gebraucht werden. Es sind daher *Umlässe* um die Schleusenkammer, die man zum besten in der Oberfläche, wie *ab* Fig. 5. Tab. 81. zeigt, anlegt, nothwendig. Dieselben werden vorne mit einem Schütz verschlossen.

§. 140. Solche hochliegenden *Schleusenumlässe* können bey wasserreichen Canälen zur Treibung der Maschinen benutzt werden. Auf dem Canal von St. Jean de Lone habe ich diese Einrichtung mit Getreydemühlen, wobey die Türkischen Löffelräder in Anwendung gebracht sind, gesehen. Bey dem Oestreichischen Canal, so wie bey den Englischen Canälen haben mehrere Schleusen solche Umlässe, die zuerst in England angelegt wurden.

§. 141. Da die Dichtigkeit der Schleusenkammer, das ist die gute Schliefsung der zwo Flügel eines Stemmthors oder über-

haupt eines jeden Schleusenthors, von dessen unverrückbahrem Stand, dessen leichte Bewegung aber von der Einrichtung des Ruhe- oder Drehpunctes abhängt: so hat man in dieser Hinsicht ſolgende Einrichtungen getroffen.

Der *Thorständer*, *Zapfenständer*, *Drehständer*, das ist die *Wendesäule ab* Fig. 9. Tab. 89. erhält bey *b* einen von Eisen oder Metall verfertigten Beschlag *cde* Fig. 14. welcher der *Zapfen* heiſst. Derselbe hat eine convexe Basis. Er bewegt sich in die *Pfanne fgh* die gleichſalls convex ist, um die Reibung zu vermindern. Solche Pfanne hat an den Seiten Oehre *i k* Fig. 12. damit sie in die Mauer feste steht. Oben bey *b* Fig. 9. wird die Wendesäule *ab* mit einem metallenen oder eisernen Bande *acb* Fig. 75. umschlossen, welcher das *Hals*- oder *Thorband* heiſst. Dasselbe erhält zwo Wirbelknöpfe und einen Bügel *ab*, damit es abgenommen werden kann, wenn es nöthig ist, d. h., wenn man das Thor ausbessern oder ein neues einhängen muſs. In die Schleusenmauer werden aber die zwey oder drey Zugstangen oder Anker *dh* drey bis 6 Schuh tieſ befestigt und die entweder mit Queerhaken *hg* Fig. 13. oder mit Knollen endigen. Zuweilen sind diese Thoranker in die Wendesäule *ab* Fig. XIV. und X. Tab. 77. (in *e*) eingelassen, welches bey den Schleusen auf dem Canal von Languedoc und Bourgogne geschehen ist. Wenn sie aber die Wendesäule umschlieſsen, so ist zuweilen der eine Anker *cde* Fig. XIII. Tab. 78. etwas länger als der andere *agf* und sie formiren alsdann einen Wirbelband, den man in *a* und *c* abnimmt, indem die daselbst steckenden Stiſte herausgezogen werden.

§. 142. Der *Flügel* eines Stemm- oder Anschlagethors besteht ausser der Wendesäule *ab* aus dem *Anschlagständer dg* Fig. VIII., dem *Schwellriegel*, d. i. dem *untern Riegel*, dem *obern Riegel* oder *obern Rahmstück* und den *Mittelriegeln*; ferner aus einigen *Streben*; und den *Füllungsplanken*, die in die verschiedenen Riegel und Streben eingelassen und calfatert werden. Zuweilen bleiben die Streben ganz weg, wie an der neuesten Schleuse zu Havre (genannt écluse de la Barre Fig. 9. Tab. 89.) geschehen ist.

Die Hauptriegel und Rahmstücke werden mit den zwo Ständern durch eiserne Bänder *efghi* und *k* verbunden. Wenn dieselben mit Schrauben befestigt werden, wie es bey den Flügeln dieser Schleuse geschehen ist, so ist das das Sicherste. Die Stange *ai* heifst die *Zugstrebe*, weil sie das Uebersacken des Schleusenthors verhindern soll; welches jedoch nur bey grofsen Thoren, die, um solches zu verhindern, *Thor-* oder *Frictionsrollen p* haben, geschieht.

§. 143. Geöffnet werden die Schleusenthore:

1.) Dafs ein Baum (*Drehbaum*) *y* Fig. IV. Tab. 77. — der das obere Rahmstück des Flügels ausmacht und in die Wendesäule sowohl als in den Anschlagständer befestigt ist — von einem auf der Schleusenmauer befindlichen Mann, nachdem das vor und hinter dem Thor stehende Wasser wagrecht ist, vor sich hergedrückt wird.

2.) Die Aufziehung eines jeden Thorflügels geschieht auch mit einer Zugstange *aB* und einem daran befestigten um eine Winde *c* sich wickelndes Seil *bB* Fig. XIV. und XV. Tab. 78. und Fig. 1. Tab. 89.

3.) Sie wird ferner mittelst einer horizontal von dem Lande bis zu dem Flügel reichende und an dessen Anschlagständer befestigte gezahnte Stange *ab* Fig. 38. Tab. 89. Dieselbe wird nämlich von einem an einer vertical stehenden Drehwelle *c* — welche mit dem Hebel *m* herumgedreht wird — befestigten 9 Zoll im Durchmesser habenden Getriebe oder Rade *d* hin und hergeschoben, um entweder den Thorflügel *ef* auf- oder zu zumachen. Dieselbe läuft aber längs der Walze *g* (die ober und unter der gezahnten Stange *ab* eine Rolle hat, damit die Stange weder aufwärts noch unterwärts abgleite) um nicht gegen die Einschnitte *h* und *i* und *kl* in der Schleusenmauer anzustreichen. *No* ist ein Deckstein. Uebrigens kann die ganze Rinne, worin die gezahnte Stange *ab* geht, mit Steinen gedeckt werden.

Die erste Vorrichtung habe ich an den Schleusen des Canals von Bourgogne, an der grofsen Schleuse zu Gouda und an meh-

reren Canälen; nach der zweyten die Schleusen in Havre, Amsterdam, Muyden, Dünkirchen, Vlissingen, Helvoet u. a. m. Orten, gesehen; und nach der letztern ist nur die Spühlschleuse zu Middelburg und die Canalschleuse zu Bussingen eingerichtet.

§. 144. Die *Fall*- oder *Aufziehschütze*, womit man die sämmtlichen Oeffnung einer Schleuse verschliefst, werden aber nicht allein nach der im 138. §. beschriebenen Methoden, sondern auch mit einer oder zween Schrauben *a* und *b* Fig. 7 und 8. Tab. 89. aufgezogen. Die Schraubenmuttern befinden sich in *c c*. Sie werden umgedreht; folglich steigt das Schütz in die Höhe oder sinkt. Ist nämlich das Schütz *d e* bis zwölf Schuh breit und steht das Druckwasser nur sechs Schuh hoch davor, so darf man mit einer an dessen Mitte angebrachten hölzernen Schraube das Aufziehn verrichten. An breitern Schützen sind aber zwo Schrauben nothwendig. Die gewöhnlichen Mühlschütze lassen sich nicht allein auf diese Weise, sondern auch mittelst eines Hebels der in die runden Oeffnungen des Schützstiels gesteckt oder womit eine horizontal liegende Welle herumgedreht wird, öffnen. Diese Welle erhält ein Getriebe und an dem Stiel von der Schütze mufs eine Verzahnung, worin das Getriebe eingreift, angebracht werden. Auf der Seite liegt sodann ein Sperrhaken, den man an einen gezahnten Stiel anschiebt, wenn das Schütz unbeweglich stehn soll. Die Schütze können auch, ganz einfach mittelst eines Hebels gehoben werden, wie Fig. 16. Tab. 89. zeigt.

Dergleichen Fallschütze, wenn sie grofs sind, werden mittelst Flaschenzügen und Seilen aufgewunden, wie dies bey den zwo merkwürdigsten der Art geschieht; nämlich mit dem Schütz an Traunfall in Oestreich ob der Ens und mit der am Leydenschen Damm ohnweit Haag liegenden Stauschleuse der Fall ist. Die Welle des Drehhaspels steht nämlich vertical und von ihr laufen die Zugseile über eine Rolle, und sind an einem Flaschenzuge befestigt.

Zuweilen wird das Aufziehn mit einer horizontalliegenden Welle, worauf sich das Zugseil aufwickelt mit Hülfe groſser Trett-

räder bewerkstelligt. Diese Vorrichtung findet bey dem Flufse Yvette zu Cherbourg Fig. 29. und 76, statt. So wie die Schrauben *c* mittelst den Tretträder *d* den Getrieben *e* und Kammrädern *f*, herumbewegt werden, steigt die an das Schütz *A A* befestigte Schraubenmutter herauf. Eine ähnliche Einrichtung zeigt der 215 §. des 5ten Abschnitts der sechsten Abth. Ueberhaupt ist dieser 5te Abschnitt für die Methoden, nach denen man Schütze aufzieht wichtig.

Endlich kann man sich zum Aufziehn grofser Schützen des von Belidor 11. P. §. 552. bekannt gemachten, und von einem Ingenieur erfundenen und bey der im Fort Nieulet zu Calais liegenden Schleuse in Ausübung gebrachten Hülfmittels bedienen. Es wird nämlich an das Schütz ein leerer gut verpichter hölzerner Kasten befestigt, der aus einigen Abtheilungen bestehn mufs, damit wenn er an einer Stelle leck würde doch nicht ganz voll Wasser läuft. Derselbe mufs nun natürlich so tief als thunlich unter dem Wasser an das Schütz befestigt und so grofs seyn, dafs der hydrostatische Druck, den das Wasser gegen ihn ausübt, die Schwere vom Fallschütz noch übertrift, folglich beym Aufziehn nur noch ein Theil der Reibung oder Klemmung, welche zwischen den zwo Nuthen, worin das Schütz aufgezogen wird entsteht, überwunden werden mufs.

§. 145. Was das Oeffnen und Schliefsen eines Drehthors anbetrift: so kann dabey nach folgenden Methoden verfahren werden.

1.) Wenn ein Drehthor *y z* Fig. XI. Tab. 78. gleichsam einen Theil der Füllung eines grofsen Schleusenflügels *a m l b* oder fast die ganze Füllung bildet: so wird ein *Praamarm* oder *Zuhalter*, oder *Knecht g*, der an einer verticalstehenden Welle *i k* befestigt ist, an das Schleusenthor nach aussen angedrückt und um denselben ein eiserner Ring *g* gelegt, welcher auf einen Haken fällt. Soll das Drehthor sich öffnen, so wird der Ring von dem Zuhalter abgenommen und das Wasser drückt dieses Thor auf, indem die eine Hälfte *y* gröfser als die andere *v* ist, wo es sich dann in

der Queere der Schleusenöffnung stellt. Das vor der Schleuse von dem Thor *a l m b* aufgestaute Wasser strömt nun mit Gewalt durch die zwo Oeffnungen, welche an jeder Seite des verticalen Drehspindels oder des Ständers *z* sind, und reifst den im Schleusencanal befindlichen Schlamm und Sand fort. Nimmt das Drehthor *z* nach der ganzen Breite des Hauptflügels ein Fig. 64. Tab. 89., denn mufs das obere Wasser um so viel höher als das untere stehn, damit des erstern Druck auf das Thor über dieses letztern Druck solche Ueberwucht hat, damit das Thor aufgehn kann. Man sieht daher sogleich, dafs die Vorrichtung, nach welcher sich das Drehthor um eine nicht weit von dessen Mitte angebrachten Wendesäule, dieser in Fig. 64. dargestellten Einrichtung weit vorzuziehn ist.

Diese Methode ist eine der ältesten, welche man sich zum Oeffnen der Drehthore bedient hat. Sie ist nämlich im XVI. Jahrhundert zuerst an der Spühlschleuse zu Brille in Südholland angewandt und besteht noch jetzt so fast an allen Spühlschleusen in Holland und Seeland.

Die in Brielle liegende Schleuse hat eine Weite von 25 Schuh und ihr Boden liegt 12 Schuh unter die ordinaire Fluth. Schade dafs ihr Spühlbusen oder das Bassin, welches das Stauwasser fast zu klein ist und daher die Wirkung des durch dieselbe stürzenden Stromes auf das Bett des äufsern langen Canals unzureichend ist, um es rein von Schlamm zu halten.

Die Drehthore können auch dergestalt eingerichtet werden, dafs sie sich mittelst des Wasserdrucks ohne Menschenhülfe öffnen und verschliefsen. Es wird dieses auf zweyerley Weise bewerkstelligt.

1.) Wenn man in irgend einen Canal Fig. 30. *a* und 30 *b* Tab. 89. entweder zum Behuf der Bewegung von Maschinen; der inneren Schifffahrt; oder der Bewässerungs - Anstalten das Wasser zu einer gewissen Höhe *b c* aufstauen mufs, so kann dies mit einem solchen Drehthor *a f*, welches sich an eine horizontal liegende Welle *d e* befindet, geschehen. Derjenige Theil *b c* des

Drehthors, welcher oberhalb der sich um zwo Zapfen *de* drehenden Welle steht, ist grösser als der untere Theil *f*; damit wenn das Wasser im Canal dergestalt angelauffen ist, dass es das Thorfeld *decb* bedeckt, das Thor sich horizontal in *gh* Fig. 30. legt. In diesem Moment fliesst also das Wasser durch die Schleuse aus dem obern Theile des Canals *A* in den untern *B*. Ist das Wasser des erstern nun dergestalt gefallen, dass der durchziehende Strom stärker gegen die untere Abtheilung *gi* des Thors als gegen die obere *ih* druckt, so stellt sich das Thor wieder in *af* Fig. 30 *a* vertical. Auf diese Weise geht das Manövre wechselseitig fort, ohne dass es die Hülfe der Menschen oder Maschinen bedarf. Diese Einrichtung kann auch bey Mühlgräben von Nutzen seyn. Ich habe solche bey Ludwigslust in Mecklenburg, aber sonst nirgend eine ähnliche Einrichtung angetroffen.

§. 146. Die zweyte Methode mittelst dem Steigen und Fallen des Wassers ein Schleusenthor zu öffnen oder zu schliessen kann bey ein verticalstehendes Drehthor angewendet werden; und zwar auf zweyerley Weise.

1.) Es sey der Canal *AB* Fig. 31. ein Grundriss mit einem solchen Drehthor *ab* zu versehen, so bewegt sich dasselbe um seinen Drehpunkt *c*. Es schlägt daher an die Schwellen *de* und *fg*. Steht nun das Wasser bey *B* höher als bey *A*, so wird das Thor an die Schwelle *de* gedrückt. Wenn aber das Wasser bey *A* höher als bey *B* steht, das heisst von *A* nach *B* strömt, so wird das Thor die Lage *afb* erhalten und die Schleuse offen seyn.

Diese Einrichtung gibt man den Auswässerungs-Schleusen, da, wo die Fluth eintritt, damit dieselben das Wasser während der Ebbe abführen und zur Zeit der Fluth wenig einlassen; indem sich das Thor in den ersten Momenten der Fluthperiode schliesst.

§. 147. Wird aber an einer Auswässerungs-Schleuse Fig. 33. ein Thor *ab* dergestalt gelegt, dass wenn es in *bc* offen steht, die von *d* nach *e* strömende Fluth gegen dasselbe andruckt: so geht es zu und legt sich nach der Richtung *ab*. Läuft das binnen Wasser *f* aber höher als das äussere *d* an, so öffnet sich das Thor

und stellt sich in die Lage *bc*. Es versteht sich, daſs die Seitenwand *bh* weniger hervortreten muſs, als *ag*, damit der frühe Andrang der Fluth an das Thor *cb* statt finde.

Eine andere Einrichtung das Drehthor mittelst dem Steigen und Fallen des Wassers zu öffnen oder zu zuschlieſsen, besteht darin: daſs die Sperr- oder Klinkscheide *g* Fig. 32., welche bey *i* in einen Haken fällt, an ein leeres Gefäſs *h* befestigt ist. Steigt nun der Strom, so wird dasselbe gehoben und die Scheide erhält die Richtung *ga*, verläſst daher den Haken *i*. Indem nun das Wasser gegen die gröſsere Abtheilung *ecfb* des Drehthors stärker als gegen die kleinere *cbkl* drückt, so dreht sich das Thor *efil* um seinen Drehständer *cb* verläſst, mithin den Anschlagständer *li* und stellt sich in die Queere der Oeffnung. Auf diese Weise kann man zwey und mehrere solche Thore nebeneinander stellen, wie dies in der angezogenen Figur gezeigt ist. Der in meinem Bureau bey der Finanz-Hofstelle angestellte Hofconcipist Neurohr ist der Erfinder dieser Einrichtung. Der untere Theil von beyden Abtheilungen des Drehthors besteht aus Aufziehschütze um den Sand und Schlamm, der sich davor gesetzt haben mag, wegzuspühlen, welche daher eher als das Wasser zu dem leeren Gefäſs aufgestiegen ist, geöffnet werden. Da diese Oeffnungen in dem Thor sind, so läſst sich dasselbe wieder zudrehen.

Einfacher als diese Vorrichtung ist die vom Ingenieur Clement bey der Berger Schleuse vor Dünkirchen bedient, welche darin besteht, daſs der Drehständer in der Mitte des Thors angebracht, in dieses einen Hälfte ein Aufziehschütz gemacht ist. Oeffnet man dieses nun, so drückt das Wasser gegen die eine Abtheilung des Thors stärker als gegen die andere und so wird das Thor aufgedrückt. Belidor erwähnt im 2ten Bande §. 471. dieser Vorrichtung, die mit der in Fig. 77. und 78. Tab. 89. dargestellten gleich ist.

§. 148. Noch eine andere Methode die Drehthore zu öffnen und zu verschlieſsen, ist bey den Spühlschleusen zu Treport

und Fécamp angebracht, die auch bey der Spühlschleuse zu Cuxhaven nachgeahmt ist.

Die Oeffnung solcher Spühlschleuse Fig. xxi. Tab. 79. besteht aus zwey Thore *dc* und *ae*, deren Drehständer *b* jedes Thor in zwey ungleiche Füllungen abtheilt. Diese zwo Thore schlagen an einen starken Drehpfosten *a*. Steht hinter der Schleuse das im Spühlbassin gesammlete Wasser so hoch und die Ebbe so niedrig, daſs mit einem durch die Schleusenöffnung frey stürzenden Strom die Hafenstraſse oder der Canal mit Vortheil gespühlt werden kann: so wird oben in dem Drehpfosten *a* ein Drehbaum gesteckt, mit welchen man den Pfosten herumdreht, d. i. dergestalt gegen die Thore preſst, daſs seine schmale Seite sich vorne kehrt, anstatt sie sonst seitwärts stand. Dieselbe ist nun genau so dick, daſs die Thorflügel, welche um diese Dicke auseinander stehen, längs demselben hingleiten, folglich sich öffnen und die Queere der Oeffnung stellen.

Ist dann die Spühlung vorüber und hat sich das Wasser ins Gleichgewicht gestellt, so werden die Thore wieder zurück gelegt, indem man alsdann den Drehpfosten mit dessen breiten Seite davor stemmt. Solche Schleuse kann man auch mit Nutzen bey militärischen Inondationen gebrauchen und Vauban hat eine gleiche Vorrichtung zu diesem Zweck bey Dieppe vorgeschlagen.

§. 149. Ausser diesen Vorrichtungen giebt es noch mehrere zu Spühlschleusen oder Drehthore, welche ich aber erst im nächstfolgenden Abschnitte beschreiben will, um nicht in Wiederholungen zu verfallen. Ich komme daher auf die Schleusen selbst zurück.

§. 150. Merkwürdiger und sinnreicher als Canalschleusen sind solche Schifffahrtsschleusen, die zugleich die hohen Sturmfluthen oder hohen Gewässer der Flüsse und Meere von den innern Canälen und Bassins abhalten; so wie den Abfluſs des Binnenwassers während der Ebbe, verhindern.

Eine der besten Schleusen der Art ist die unter der Oberleitung des Herrn Präsidenten Brunings am Holländischen Ha-

ſen Nieuwendiep angelegte; und die das Bassin des Kielplatzes von dem Hafen selbst trennt. Tab. 78. Ihre Haupttheile sind folgende: Die zwo Seitenwände Fig. I. mit ihren obern und untern Flügeln; das Sturmthor *def* Fig. III. und das gleichfalls gegen das äussere Wasser gerichtete Fluththor *ghi* bilden die Schleusenkammer *defghi*. Soll nun ein Schiff, während im Hafen Nieuwendiep Fluth ist, in das Bassin *x* aus diesem Hafen eingeschleuſst werden; und sind zu dem Ende die Thorflügel *abc* und 4, welche gegen das Binnenwasser zusammenschlagen, in ihre Kammern *ac* u. s. w. gelegt: so öffnet man die mit Aufziehschütze 1. 2. Fig. 2. versehenen Umläufe, damit die Schleusenkammer dem äussern Wasser gleich hoch gefüllt werde. Jetzt kann man also das äussere oder Sturmthor *def* mittelst den Winden *BD* aufziehen und das Schiff in die Kammer einlassen. Nunmehr werden die in dem Thor *ghi* befindlichen Schütze gezogen und so fällt das Wasser in der Schleusenkammer bis es sich mit dem im Bassin *x* wagrecht stellt. Es ist daher leicht das letztere Stemmthor zu öffnen und das Schiff in das Bassin zu ziehn. Will man aber ein Schiff aus dem Bassin in den Hafen Nieuwendiep schleusen, während in diesem Ebbe ist: so öffnet man die zwo gegen den Hafen gekehrten Thore und läſst das höhere Wasser aus dem Bassin in die Schleusenkammer durch die in den Thorflügeln 4. Fig. IV. befindlichen Schützen; öffnet nach erfolgter Füllung dieselben und läſst das Schiff in die Schleusenkammer eintreten. Jetzt werden die Umläufe geöffnet und das Wasser in der Kammer stellt sich mit dem im Hafen im Gleichgewicht; folglich kann das Thor 2 geöffnet und das Schiff aus der Kammer in den Hafen geschleuſst werden.

Wird der Vorboden oder das Sturzbett der Schleuse, so wie der Hafen in der Nähe der Schleuse von demjenigen Materiale, welches sich dort angehäuft hat, gereinigt: so muſs man die Thore 1. 3. 4. Fig. IV, während das innere und äussere Wasser gleich und zwar mit der Fluth in einem Horizont steht, öffnen; das Thor 2 Fig. XI. worin das Dreh - oder Spühlthor befindlich ist,

aber zustellen. Ist dann im Hafen Nieuwendiep die Ebbe eingetreten, dann wird dieses Thor nach der im 144. §. beschriebenen Methode geöffnet.

II. Grundsätze und Maximen, welche bey Anlegung der Schleusen zu befolgen sind.

§. 151. Das erste, worauf man bey einer Schleuse zu sehen hat, ist ihre Lage oder die Wahl der Schleusengrube. Dabey treten nun folgende Rücksichten ein: *a*) Es muſs dazu, wenn nur immer möglich, ein fester Grund gesucht werden. *b*) Die Schleuse ist so viel als thunlich dem Angriff der Seewogen, das ist den herrschenden Seestürmen, des Fluthstromes oder der Direction des Fluſsstromes zu entziehen. *c*) Ist es eine Entwässerungs-Schleuse, so wird sie dergestalt situirt, daſs der Zufluſs des Wassers durch die nach ihr führenden Entwässerungsgräben den möglichst schnellsten Abfluſs erhalten. Der Schleusenboden muſs daher eher noch unter dem bekannten niedrigsten Wasserstande und der Sohle des Hauptentwässerungs-Canals als darüber gelegt und der Schleuse, die zur Entwässerungsperiode und abzuführenden Wassermenge erforderliche Weite und Tiefe gegeben werden, 3. B. S. 101. *d*) Soll dieselbe zugleich Schiffe durchlassen, so muſs man sich nach dem niedrigsten Wasserstande mit der gröſsten Sorgfalt erkundigen und demohngeachtet den Boden zwey Schuh niedriger legen. Es wird daher an Meeren, wo der Unterschied der Ebbe und Fluth nicht so groſs ist, daſs die Schiffe dabey die Schleusen passiren, der Schleusenboden *unter* der Ebbe so viel als nöthig ist, gelegt. So liegt z. B. die Schleuse bey Schiedam 7 Fuſs darunter und alle Schleusen, die die Schiffe nach der Südersee, Maas und Schelde durchlassen; kurz alle Schifffahrtsschleusen, die in den Niederlanden zur Passage für groſse Schiffe dienen, muſsten unter der Ebbe des Meeres fundirt werden, weil der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe nicht so groſs ist, um für Seeschiffe ein hinreichend tiefes Fahrwasser abzugeben. *e*) Damit der Schleusenboden vom Schlamm und Sande rein gehalten wer-

de, so gebe man ihn, wenn es thunlich ist, einen Abhang, der sich zur Länge, wie 1 zu 100 verhält.

§. 152. Die Weite einer Schifffahrtsschleuse mufs nicht nur den Entwässerungs-Absichten, sondern auch der Breite von den Schiffen entsprechen und die Stemmthore noch in den Thorkammern aufnehmen. Zu den Seiten des Bords der Schiffe mufs aber wenigstens $\frac{1}{2}$ bis 1 Schuh Spielraum bleiben. Besser ist, den Schleusen eher zu viel als zu wenig Breite zu geben, weil die Schiffe, wenn sie gebraucht werden, gewöhnlich sich *ausbauchen*. So habe ich mit dem ersten Schiffe einen neuen über vier Millionen kostenden Canal befahren, woran von einigen Schleusen mehrere Decksteine und selbst ein Theil der Seitenmauern abgenommen werden mufsten, um nur mit $7\frac{1}{2}$ breiten Schiffen, die neuen Schleusen passiren zu können; zumahl ihre Seitenwände schon in den ersten zwo Jahren aus dem verticalen Stande übergewichen waren.

Auch müssen in den Seitenwänden hinlängliche Räume nicht nur für die Thore, sondern auch für die darin angebrachten kleinen Aufziehschütze seyn. Ich würde diese in die Augen springende Vorsicht nicht erwähnen, wenn sie nicht bey manchen Schleusen, ausser Acht gelassen worden wäre. So sollte z. B. die Schleuse zu Mardyk, zum Durchlassen grofser Kriegsschiffe, 44 Schuh Oeffnung haben und hat dieses Umstandes wegen, dafs nämlich die kleinen Schütze in den Thorkammern nicht Platz finden, nur eine Weite von 42′, 8″ Belidor 2. Th. §. 132.

§. 153. *Die Länge der Schleusen* anbetreffend, so richtet sich dieselbe; bey blofsen durch Dämme gehenden Entwässerungs-Schleusen *a.*) Nach der Breite des Dammes (*) *b.*) Nach dem

(*) Die Thore werden hinter dem Damme und nur selten das Fluththor in der Krone des Dammes gemacht. Es seye denn, dafs der Damm von der Schleuse gänzlich durchschnitten und die Schleuse nicht überwölbt wird wie bey der Hoornschleuse (Tab. 75.). So haben z. B. die mehresten Holl. Entwässerungs-Schleusen ihre Thore in der Inne-

Raume, den die Thorflügel, wenn sie offen sind längs der Schleusenmauer einnehmen und nach der Länge der Flügel, welche man den Schleusenwänden, der Sicherheit oder Festigkeit wegen, geben mufs. Zu dieser Länge kommt bey solchen Schleusen, die einen schnellen Strom oder hohes Wasser abführen noch öfters ein Vorboden von Faschinen und Steinen.

§. 154. Bey den Schifffahrtsschleusen hängt die Länge der Schleuse ab, 1.) von der Länge der Schiffe, 2.) von der Methode, nach welcher die Schleuse mit Wasser gefüllt wird, denn geschieht die Füllung durch Thorschütze, so fällt das Wasser über die Fallmauer und das Schiff mufs auf eine solche Entfernung von derselben gestellt werden, dafs es nicht von dem über die Fallmauer stürzenden Wasser gefüllt werde. Es mufs daher das Schiff von dieser Mauer um ihre Höhe entfernt; und die Schleuse um so viel länger gemacht werden, als wenn die Füllung durch Umläufe Tab. 81. Fig. 1. und 2. oder verticale Schächte Fig. 6. und 7. geschähe. Folglich ist der Wasserbedarf bey allen Schleusen, in denen das Wasser auf die erstere Methode eintritt, gröfser als bey denen, die auf die zwo letztern Arten gefüllt werden. Da, wo es also schlechterdings auf Wassersparung ankömmt, mufs man sich der verticalen Schächte oder der geneigten Umläufe bedienen, welche Schächte und Umläufe jedoch eher von eisernen oder metallenen Röhren als von Steinen, wenigstens nie anders als von Werkstücken, gemacht werden sollten. Auch bey diesen Umläufen mufs die Schleusenlänge von der Spitze des untern Schlagdrempels bis zur Fallmauer gerechnet, die Länge des Schiffes — etwa 1 bis 2 Schuh — übertreffen, denn dasselbe wird von dem Aufquellen des einlaufenden Wassers immer noch gegen das untere Thor gedrückt, welches es daher erschüttert.

ren Böschung des Dammes aber nicht unter Krone; jedoch macht die im Jahr 1673 angelegte funfzehn Schuh breite Orange-Schleuse an der Maas, eine Ausnahme.

§. 155. Die gesammte Länge der Schleuse von dem obern bis zum untern Vorboden hängt auch davon ab *a*) ob ausserhalb den Thoren eine Dreh- oder Aufzieh-Brücke angebracht werden muſs, *b*) daſs, ehe die Flügel angehen, noch 9 bis 12 Zoll breite Nuthen oder Dammfalzen in die Seitenmauern gemacht werden, worin man die Dammbalken horizontal einlegt. Diese sollten niemahlen fehlen, weil sie bey Ausbesserungen der Schleuse und zum Abhalten der Eisgänge und Wogen von den Stemmthoren, welche letztere diesen ihre Flügel gewaltig gegeneinander schlagen, dienen. Man kann daher die Balkenwände zu allen Zeiten einlegen, wenn die Schleuse auf mehrere Wochen verschlossen bleibt und die Thore ausgebessert werden. Insonderheit aber sind solche Abdammungen zu Winterszeit nützlich. Soll dann die Schleuse gebraucht werden, so hebt man die Balken mittelst an Stiele befestigte Ringe und Hebeböcke aus den Nuthen oder schiebt einen vertical davor stehenden Ständer weg und so werden sie vom Wasser selbst ausgedruckt. Eine solche Einrichtung habe ich auch bey denen auf dem Marchflusse anzulegenden zehn Schifffahrtsschleusen in Vorschlag gebracht. Also müssen die Balkenwände auf drey Schuh Abstand von den Thorkammern in den Seitenwänden liegen und dann mögen diese wenigstens noch eben so viel gerade auslaufen, bevor die Schmiege der Seitenmauer oder der Flügel angeht. Zur Länge kommen noch die Mauerflügel selbst hinzu. Dieselbe müssen so weit vorspringen, als die halbe Breite der Schleuse im Lichten beträgt, denn sind dieselben zu kurz: so ist die Festigkeit der Schleuse gefährdet. Es versteht sich dies jedoch nur von Schifffahrtsschleusen, welche ihres Falls wegen eher einer Beschädigung bey offenen Schleusenthoren ausgesetzt sind, als die Schleusen, die keine Fallmauer haben. Bey andern als Schifffahrtsschleusen können sie kürzer gemacht, aber immer sollten sie nicht eckig seyn, sondern convex abgerundet werden. Diese Form dient zur Stärke, Erhaltung und ist bequem beym Ein- und Ausgehn der Schiffe zugleich. Werden

die Flügel aber concav abgerundet, wie an den Schleusen am Canal von Languedoc (Tab. 77. wo dies an der Schleuse vor Gardouche mit den punctirten Linien *mn* und *kl* angedeutet ist), so wird das aus der Schleuse fliefsende Wasser seitwärts strömen, mithin Wirbel und Drehungen verursachen und die Seitenwände oder die Flügel der Schleuse unterwaschen; welcher Fall wirklich bey den Schleusen dieses Canals statt findet.

Indem man sich also weniger oder mehr diesen Regeln nähert, wird die Länge der Schleusen geringer oder gröfser ausfallen.

§. 156. Die Form der Schleusenkammern anbetreffend, so ist die viereckige der ovalen, nicht blos wegen der Ausführung des Mauerwerks und der Fundirung, sondern auch der Kosten wegen, die aus solchen Arbeiten entstehen, vorzuziehen. Daher ist bis jetzt wahrscheinlich auch nur den Schleusen auf dem Canal von Languedoc — welche der Schleuse von Gardouche Tab. 77. auf eben diesem Canal ähnlich sind — aufser dafs die übrigen runde und concave Flügel haben — eine ovale Form gegeben worden.

§. 157. Ein anderes ist es, wenn man absolute auf Wasserersparnifs zu den Schleusengängen sehn mufs; alsdann könnte die Kammer der Form von den Schiffen entsprechen, wie dies bey den Schiffsdocken in Anwendung gekommen ist. Da aber dieser Fall in Praxis gar nicht eintreten dürfte, denn man gebraucht zum Ersatz der Verseigung und der Ausdünstung in den untern Canalhaltungen immer so viel Wasser als eine frequente Schiffahrt nur geben kann.

Die Schleusen auf den übrigen Canälen Frankreichs und in Holland haben eine viereckige Form. An den Schleusen auf dem Brüfseler Canal und an der Slyker - Schleuse sind aber die Seitenwände vieleckig und nur von wenig Englischen Schleusen haben dieselben eine geringe Ausbauchung nach der Mitte zu, wahrscheinlich um durch dieselbe die Solidität des Mauerwerkes zu ersetzen.

§. 158. Die Schifffahrtschleusen sollten übrigens nur immer auf ein Schiff eingerichtet werden, weil das Manövre der Durchschleusung zweyer Schiffe viele Unbequemlichkeit in der Ausführung hat und es sich nicht immer trift, dafs entweder oben oder unten bey der Schleuse zwey Schiffe zu gleicher Zeit anlangen. Die auf zwo Schiffe eingerichteten Kammern verursachen daher einen unnöthigen Geld- und Wasser-Aufwand. Dieses letztern wegen und da der Canal von Languedoc bey dürrer Jahreszeit zu wenig Wasser hat, ist ein wesentlicher Fehler, dafs die Schleusen desselben in der Mitte 34 Schuh weit sind, wiewohl die Oeffnung nur 18 bis 19 Schuh (Lalande Histoire p. 32) beträgt. Ich bemerke zugleich: dafs die Schleusen auf dem Canal von Bourgogne 16; auf dem Canal von Briare 14; auf dem von Charollois 16; auf dem vom H. v. Bridgewater 16, auf dem Oestreichischen Canal $7\frac{1}{2}$ bis 8 Fufs; auf dem Francisci-Canal in Ungarn 24 Schuh auf mehreren Canälen in England 8 bis 12 Fufs, auf den Canälen in Holland gröfstentheils 30 Schuh in der Breite haben, (die Schleuse von Nieuwendiep hat 23 Fufs Weite) und dafs die von mir zur Schiffbarmachung der March vorgeschlagenen Schleusen eine Breite von 16 Schuh erhalten werden.

§. 159. Zur Bestimmung der Form von den Schleusenkammern kann auch die Vorschrift gezählt werden, dafs die Seitenwände nach aussen vertical und nicht schräge aufgeführt werden müssen und dafs man daher die Schleusen auf dem Canal von Languedoc, die $\frac{1}{12}$ Mauer schräge haben, nicht nachahmen sollte: denn erstlich beschädigt in unserm Clima der Schlagregen die schrägen Mauern und 2tens bleibt darauf das Eis und Wasser länger als auf verticalen Mauern hangen, folglich dringt der Frost eher in die Ziegel und den Mörtel, sprengt sonach beyde. Endlich verursachen die schrägen Wände einen unnützen Wasseraufwand.

§. 160. Ein anders ist es jedoch, wenn des Wassers zur Füllung der Schleusen im Ueberflusse vorhanden, der natürliche Boden wasserdicht ist und die Durchschleusung nicht in kurzer Zeit

zu geschehen hat. In diesen Fällen kann man sogar die Schleusenkammer sehr grofs, ja — nur aus Erdböschungen und einen natürlichen oder aus einem Faschinenwerk gemachten Boden bestehn lassen. Schleusen mit Erdwänden haben in Languedoc auf dem Leitgraben der Ebene bestanden ; ja es sind noch jetzt dergleichen auf dem Canal ohnweit Strasburg, die von Vauban angelegt sind; und auf dem Canal von Loing gibt es 17 Schleusen, deren Wände aus Erde bestehen und die nur mit Steinen gepflastert sind. Auf dem Finow - Canal haben einige Schleusenkammern Wände aus Faschinen, die aber natürlich wenig Jahre dauern, weil das Buschholz stets der Luft, dem Regen und der Sonne ausgesetzt ist. Diese Constructionen machen es gleichwohl nothwendig, dafs wie bey den massiven oder hölzernen Schleusen, das Ober- und Unterhaupt dergestalt angelegt werde, so dafs kein äusseres Wasser in die Schleusenkammer eindringe, denn sonst würde ja der Ruin des Werkes bald erfolgen.

§. 161. *Die Höhe der Seitenmauern* oder Schleusenwände richtet sich eines Theils nach der Höhe des Wassers in oder vor der Schleuse und andern Theils nach der Höhe des Terrains, worin sie erbauet wird.

Ueberwölbt man die Schleusen, wenn sie unter einen Damm durchgehen, so mögen die Seitenwände einen Schuh höher als die auszulassende Wassermasse steigt, wenn man die Schleuse öffnet, gemacht werden; oder sie müssen wenigstens so hoch seyn, dafs zur Zeit, wenn ihr Boden vom Wasser befreyet ist, ein kleiner Arbeiter durchgehn kann, um die Ausbesserungen vorzunehmen.

§. 162. Die Wände der Canalschleusen müssen wenigstens zwey Schuh über den höchsten Wasserstand des Canals und die der offenen Seeschleusen 2 bis 3 Schuh über die hohen Sturmfluthen reichen; wenigstens mit demjenigen Theil, worin das Sturmthor liegt, wie Tab. 75. und 78. Fig. 4. zeigt.

§. 163. Wenn eine Canalschleuse oder ein Schleusenfall von mehreren Schleusen einen Berg durchschneidet, oder am

Abhang des Berges angelegt werden muſs, so kann viel an Mauerwerk erspart werden, wenn auf beyden Seiten der Schleuse eine dreyſsig Schuh breite Fläche aus dem Berge abgehoben wird und von diesen an Erdböschungen bis so weit hinauf, daſs die Erde nicht nachfällt, gemacht werden, weswegen der Leser auf den Deichbau verwiesen wird.

§. 164. *Ueber die Dicke der Schleusenwände* herrscht bis jetzt noch eine groſse Ungewiſsheit und man ist mit derselben eben so wenig als mit der Bestimmung der Stärke aller übrigen Futtermauern, welche dem Druck der Erde widerstehn sollen, im Reinen. Man wird auch schwerlich eine in der Praxis anwendbare Regel a priori ausmitteln, wenn die Erfahrung und die bey natürlichen Erdwänden jedermann, der reiſst, vor Augen liegenden Thatsachen nicht in Betracht gezogen werden; die darin bestehn: daſs das natürliche Erdreich häufig vertical steht, ohne herabzustürzen; folglich dessen Abrollen unter einem gewissen Winkel nicht absolut angenommen werden kann.

§. 165. Bey den Schleusen finden wegen Bestimmung der Mauerdicke zwey Fälle statt: Es sollen *a*) die Seitenwände eine Last tragen, wie dies der Fall bey Schleusen, die unter Dämmen und Straſsen weggehen, ist, *b*) oder sie tragen nur ihr eignes Gewicht und halten die Erde, wie dies bey allen oben offenen Schleusen der Fall ist.

§. 166. Ehe ich nun diese Materie weiter untersuche, will ich die Dimensionen der Schleusenmauern an mehreren aufgeführten Schleusen und namentlich an den vorzüglichsten anführen, und da es zugleich auf die Art der Materialien und ihrer Güte ankommt, so bemerke ich, daſs alle die von Ziegel aufgeführten Mauern dieser Schleusen durchaus untadelhafte Steine haben und vortrefflich gearbeitet sind, so, daſs dagegen von einem Sachkenner nichts einzuwenden ist. Ich werde in dieser Darstellung die verschiedenen Abstufungen der Seitenmauern übergehen, weil dieselben eben so verschieden, als die Dicke der Mauern selbst verschieden ist, angelegt sind.

Derjenige, welcher davon unterrichtet seyn will, darf nur die Kupfer dieses Werkes näher untersuchen, weil in diesem und dem folgenden Bande fast alle die benannten Schleusen mit Ausnahme von zweyen gestochen sind. (*)

§. 167. Die Englischen Schleusen, deren Mauern von Ziegel und sehr gut gearbeitet sind, haben Seitenwände, die unten 3 bis 5 Schuh und oben 1 bis 3 Schuh dick sind. Der K. K. Ingenieur Major Swoboda, welcher die Englischen Canäle bereist hat, versichert mir, daſs in dessen Gegenwart in einer neuen Schleuse, deren Mauern unten drey und oben einen Schuh dick gewesen sey, Wasser eingelassen worden, als der Hintertheil, das ist die Schleusengrube noch gar nicht mit Füllerde angefüllt worden. Durch die Mauer sey aber nicht ein Tropfen Wasser gedrungen.

§. 168. Unter den Schriftstellern ist es Belidor, welcher über den Bau der Schleusen mit der vorzüglichsten Sachkenntniſs geschrieben hat, aber nichts destoweniger ist er über die Dicke der Schleusenmauern nicht mit sich einig. Wir wollen ihn hierüber selbst hören. Er sagt Tome 11. §. 127.: «Es ist sehr schwierig, über die Bestimmung der Dicke von der Seitenmauern der Schleusen eine Regel festzusetzen, denn auch bey den besten Schleusen herrscht hierin eine auffallende Verschiedenheit, wiewohl die Baumaterialien von gleicher Güte sind.» (man sehe nebedstehende Tabelle) «dies sey alsdenn kein Wunder, wenn die Beschaffenheit der Baumaterialien bey den verschiedenen Schleusen von einander abwiche.

«Man hat auch bey dieser Bestimmung nicht auf dasjenige, was die Theorie von dem Druck des Wassers gegen Mauern lehrt, zu achten; sondern vielmehr auf wohlgeprüfte Erfahrun-

(*) Da die Bestimmung der Dicke von den Schleusenmauern mit der Anlage der Strebepfeiler in der genauesten Beziehung steht, so will ich zugleich über diese ihre Anlage bey wirklich aufgeführten Schleusen, eine Uebersicht in folgender Tabelle liefern. (†)

(†) *Uebersicht von der Construction und den Dimensionen einiger der merkwürdigsten Schleusen in Europa.*

N^ro. der Kupfertafeln dieses Werkes.	Benennung der Schleusen.	Die Seitenwände bestehn: aus Ziegelmauern.	aus Werkstücken u. Ziegeln.	aus Werkstücken u. Bruchstücken.	Die Seitenwände sind: hoch (in Schuhen)	an der Grundfläche dick (in Schuhen)	an der Oberfläche dick (in Schuhen)	Länge des gesammten Werkes.	Weite der Schleusen im Lichten.	Länge der Strebepfeiler.	Abstand der Strebepfeiler.	Breite an der Wurzel.	Mittlere Dicke von allen Seitenmauern.	Länge der Grundpfähle. Schuh	Dicke der Grundpfähle. Zoll	Abstand der Grundpfähle. (*) Schuh
94.	Berger-Schleuse bey Dünkirchen. .	—	—	.	21	13	9	85	26	8	8	11(†)	10	10-12	10	3-6
95.	Bassin-Schleuse in Dünkirchen. .	—	—	.	16	30	20	185	42	19	14	17	24	10-15	10	3-6
94.	Afsfelder Schleuse in Calais. . . .	—	—	.	21	10	7	68	13	11	8	8	8	11	10	2½
94.	Bassin-Schleuse in Cherbourg. . .	—	—	.	25	18	10	162	40	10	35	13	14	.	.	.
94.	Schleuse zu Gravelins v. 1669. . .	—	—	.	20	13	13	107	16	7	12	8	13	8	10-12	2
94.	Eine andere Schleuse daselbst. . .	—	—	.	17	18	6	92	20effn. 12½	6	10	8	15	8-12	12	2½-5
94.	Ehemahlige Mardyker.	—	—	.	26½	20	10	279	{46 / 28	12	18	15	18	9	10	2-4
95.	Muyder Schleuse in Holland. . .	.	.	—	23	7	5	291	24 die gröfste	8½	11¾	8	6	18	8-12	2-7
78.	Schleuse am Nieuwendiep. . . .	.	—	—	{24 / 17	11 / 8	8 / 5¾	140	23	6	24	10	10	30-50	10-12	2-8
73. 74.	Slykensche Schleuse.	.	—	—	27	28	20	800	35 die gröfste	8	10	8	25½	18	10-12	1-4
69. 70. 71.	Schleuse de la Communication zu Havre	—	—	.	23	14	11	150	36	ohne	.	.	13	.	.	.
72.	Hoornschleuse.	.	—	—	15-21	7	6	96	22	3	20	6½	7	26	10	⅔-2
79.	Schleuse bey Halfwege.	.	—	—	23	15	7	158	15	3	10	10	15	21	10	⅔-2
79.	Schleuse am Penningsveer. . . .	.	—	—	10	3½	2½	.	.	.	.	.	3½	27	9-10	2½
77.	Schleuse am Languedoccer Canal. .	—	—	.	15	7	6	.	18	ohne	.	.	6½	.	.	.
79.	Schleuse am Canale Charollois. . .	—	—	.	18	8	4	.	16	ohne	.	.	6	.	.	.
77.	- - - - - - Bourgogne. .	—	.	—	17	8	4	162	16	4	20	4	6	.	.	.
79.	- - in Gouda.	.	—	—	20	7	5½	136	15	9	20	9	8	30	9-10	3
96.	- - - Picardie.	—	—	.	16	6	4	.	.	.	.	.	5	.	.	.

Bey den Schleusen in Holland wird Rheinländisch, bey denen in Frankreich Französisch Maafs verstanden.

(*) Bey dem Abstand der Pfähle ist der kleinere unter den Schleusenmauern, der gröfsere unter dem Boden der Kammer zu verstehen.

(†) Bey den Häuptern haben die Schleusenmauern eine gröfsere; viele eine doppelte Breite.

gen. Nachdem ich über diese reiflich nachgedacht: so bin ich der Meynung, dafs die Dicke der Schleusenmauern der Höhe des in der Schleuse stehenden Wassers gleichgemacht werden sollen; insonderheit bey Schleusen, durch denen Kriegsschiffe gehn (*), wiewohl einige Kunstverständige dafür halten, dafs sie sich nach der Weite der Schleuse richten müsse: denn manche Schleuse, die nur 26 Schuh breit ist, hat eine eben so grosse Höhe Wassers auszuhalten, als andere von 40 bis 46 Schuh. Noch weniger ist diese Regel bey Inondationsschleusen, die sehr breit gemacht werden, in Anwendung zu bringen» etc.

«Uebrigens stelle ich der Klugheit derer anheim, die Schleusen zu bauen haben, diese Mauern, je nach der Beschaffenheit der Materialien, dicker oder dünner anzulegen.»

Nachdem Belidor an einem andern Orte im Allgemeinen den Druck des Wassers von der einen Seite und den des Erdreichs von der andern gegen die Schleusenmauern betrachtet hat, so giebt derselbe §. 145, folgende Formel. «Es sey die Höhe der Schleusenmauer $= b$; die Wasserhöhe in der Schleuse $= a$: so ist die Mauerdicke $y = \sqrt{\frac{a^3}{5b}}$, welche Formel gar sehr von seiner oben gegeben Regel abweicht: denn bey einer Wasserhöhe von 15 und einer Mauerhöhe von 18 Schuh erhält man nur eine Mauerdicke von 6 Fufs 1 Zoll. Er corrigirt daher diese Regel dadurch, dafs er §. 147. sagt: «Hat man diesen Ausdruck des Moments der Kraft, welche auf eine Mauer im Stande des Gleichgewichts wirken soll, so mufs man das Erhaltene um so viel, als nach Beschaffenheit der Materialien erachtet wird, damit der von der Mauer zu leistende Widerstand vergrössert wird, selbst vergrössern. Es ist daher $y = \sqrt{\frac{a^3}{10b}}$ eine Formel, die man in der Praxis sicher gebrauchen kann.» Dieses und das, was Belidor in den näch-

(*) Es ist die Wassertiefe in diesen Schleusen über 22 Schuh und das wäre eine ungeheure Dicke, welche gleichwohl einige Schleusenmauern, unnöthiger Weise haben.

sten §. §. noch vorträgt ist daher schwankend, wiewohl es ein Bestreben verräth: eine allgemeine Formel aufzufinden.

§. 169. Schon im 2ten Bande S. 249. und nachher in der practischen Anleitung zum Straſsenbau habe ich die Bemerkung gemacht: daſs die Theorie mit dem Druck der unter sich so verschiedenen Erdarten auf Futtermauern (*), noch bey weitem nicht im Reinen sey und daſs die Praktiker solche Mauern bald zu schwach, bald zu stark angelegt haben. Wer kann die Wahrheit dieses Satzes widerlegen, wenn er die oben gegebene Tabelle durchgeht und die bisher bekannten Theorien kennt?

Die Vorstellung: daſs die hinter einer Futtermauer liegenden Erdmassen ein Bestreben haben, sich herabzusenken, mithin auf die Futtermauer mit demjenigen Erdkörper, welcher herabrollen würde, wenn die Mauer nicht vorhanden wäre, drücken, liegt den bisher bekannten Theorien zum Grunde, wovon die beſsten zu erweisen suchen, daſs wenn der Durchschnitt, der auf die Mauer drückenden Erde ein Dreyeck ist und die Erdtheile nach geraden und gleichlaufenden Richtungen abschieſsen, der Druck der Erde dem Quadrat ihrer Höhe proportional sey. Perronet in seinem Memoire sur l'éboulement qui arrive quelquefois à des portions de montagnes etc. hat, wie mich dünkt, schon erwiesen, daſs sich eine für die Praxis ganz brauchbare Theorie, über diesen Gegenstand *nicht* aufstellen lasse, denn er hat sich wenigstens nicht daran gewagt.

Wenn nun auch erwogen wird, daſs der natürliche Zusammenhang der Erdtheile aneinander, selbst im Freyen, so groſs ist, daſs verticale Erdwände feste stehn, ohne, wenn anders der Regen sie nicht durchdringt, einzusinken: so ist nicht abzusehen, warum wir uns bemühen wollen, daselbst Schwierigkeiten zu erschaffen, wo keine sind! Ich kann auch nicht daran zweifeln, daſs irgend einer meiner Leser nicht solche vertical ste-

(*) Eine Futtermauer steht an ein natürliches oder an ein hingebrachtes Erdreich.

hende Erdwände, insonderheit an den Ufern der Flüsse und Meere und in Hohlwegen, die aus Damm- oder Gartenerde; aus Thon mit feinem Sande vermischt, oder aus bloſsen Thon und Lehm bestehen, gesehen haben sollte; ja, wie diese Erdwände Jahre lang unverändert blieben, es seye dann, daſs heftige Regengüsse, und der Angriff der Gewässer oder die Eindringung des Frostes und das Aufthauen ihren Absturz verursachten.

Bey der Füllerde hinter Futtermauern, also auch hinter Schleusenmauern, tritt aber noch der Umstand ein, *a*) daſs man sie nicht nur fest stampft, folglich ihre Theile zusammenpreſst und *b*) dieselbe einer Wahl unterwirft, das ist nur guten Füllgrund, der fett ist und sich daher fest untereinander verbindet, wählt. Wie kann man also wohl mit Wahrscheinlichkeit ein Bestreben gedenken, das diese Erde ausübt um herunter zu fallen, das ist auf die Mauern zu drucken? Wer eine alte gut aufgeführte Futtermauer hat abbrechen lassen, der wird sich auch davon überzeugt haben, daſs das dahinter stehende Erdreich nicht gleich nachstürzte und nur alsdann, als es vom Regen erweicht war, heruntergeschlemmt wurde. Das Eindringen des Quell- und Regenwassers aus denen der Schleuse nahe liegenden Erdschichten in den Füllgrund und die Schleusenmauern muſs aber durch Abführung desselben, entweder mittelst Abbohrungen oder in der Oberfläche des Erdbodens angelegten Graben verhindert werden; folglich kann ich nicht zugeben, daſs dasselbe den Füllgrund erweicht, seinen Zusammenhang aufhebt, mithin der besagte Druck ausgeübt werde.

Alle Theorien über den Druck der Erde gegen Futtermauern, welche auf die Abrollung der natürlichen Erdmassen gebauet sind, können daher in der Praxis eine unbedingte Anwendung nicht finden. Im Gegentheil geben sie ein für die Oekonomie zu groſses Besteck, wenn nämlich die Mauerarbeit und die Materialien gut sind.

Eben so wenig kann man die von Prony in seiner Arch. hydr. §. 604. u. s. w. über das Abrollen der Erde gegebene For-

meln auf die Anlage der Mauern anwenden, weil sie ein wirkliches Abrollen der Erde voraussetzen, welches doch nicht eine hinter einer Mauer festgestampfte Erdmasse zu bewirken strebt, da, wie gesagt, die Cohäsion ihrer Theile sie daran verhindert; und das nur alsdann erfolgt, wenn die Futtermauer abgebrochen und die Erde *gänzlich von Nässe durchdrungen, d. i., erweicht ist.*

§. 170. Bey den Schleusenmauern treten überdies zwey Rücksichten ein, die bey den übrigen Stutzmauern nicht vorkommen und auf ihre Dicke einigen Einfluss haben. 1.) Ihre Rückwand muss vertical aufgeführt werden. 2.) Müssen die Thoranker in die Mauern tief genug hinein gehn, damit die Wendesäule des Flügels nicht aus ihren verticalen Stand weicht 3.) Müssen die Schleusenmauern bis zum höchsten Wasserstande hinauf eine solche Dicke erhalten, dass das Wasser nicht in dieselbe eindringen könne.

ad 1.) Sehen wir daher, dass die über die nach Aussen mit Böschungen aufzuführenden Mauern gegebenen Formeln und Regeln eigentlich bey Schleusenmauern, an denen die in Abstuffungen getheilte Böschung an der innren Seite angebracht werden, keine stricte Anwendung findet, ad 2.) und 3.) ist es aber einleuchtend, dass selbst die von H. B. Woltmann gegebene Theorie, von welcher ich im 1ten Bande der Uebersicht der Wasserbaukunst die Hauptsätze angeführt habe, auf Schleusenmauern keine Anwendung findet: denn wer würde es sich wohl getrauen: einer neunzehn Schuh hohen Schleusenmauer an der Grundfläche nur eine Dicke von 5,289 Schuh zu geben, *selbst in dem Fall, wenn der gebrauchte Mörtel fehlerhaft befunden werden sollte, welches* Herr Woltmann annimmt. (*)

(*) Diese Voraussetzung kann aber bey Verfertigung der Schleusenwände niemahls statt haben, sondern vielmehr müssen dieselben aufs sorgfältigste mit wasserdichten Mörtel gemauert und von guten Steinen aufgeführt werden, wenn sie von Dauer seyn sollen. Dies ist nothwendig, weil sie oft dem Wasser und der Trockne ausgesetzt werden und

Zur Festigkeit der Thore ist es auch nothwendig, dafs die Thoranker in eine gute solide Mauer, wo möglich aber in zwo

durchaus der Gebrauch der Schleusen es nicht erlaubt, dafs ein einzelner Theil der Mauer sehr beschädigt werde, oder wohl gar ausweiche; zumahl die Schiffsleute sich wenig um die Conservation derselben bekümmern und wenn ein Stein los ist, deren gleich mehrere herausgebrochen oder gestofsen werden. (†)

(†) Da ich für die Zukunft nicht mehr Gelegenheit haben werde, die befsten bekannten Regeln über die Stärke der Futtermauern, worunter ich hier nicht die Schleusenmauern verstehe, zu geben, so will ich dieselben hier mittheilen.

Zuvor mufs ich aber bemerken, dafs Vitruv, Palladio, Mansard und de Lormo die Mauern unten noch einmahl so dick als oben machen Scamozzi nimmt dazu ein Drittheil und wenigstens ein Viertheil mehr an, bey Thürmen aber will er die Mauer unten dreymahl so dick als oben verfertigen. Was die Stärke der befst gemachten Kaymauern anbetrift, so habe ich darüber bereits im 2ten B. S. 249. Nachricht gegeben, die hier zur Hand zu nehmen ist. Bey den Futtermauern längs Strafsen, die zuweilen auch als Dammwege angelegt werden, folglich mit zur Wasserbaukunde gehören tritt noch der Umstand ein: dafs die Erschütterungskraft, welche von den die Strafsen befahrenden Fuhrwerken ausgeübt wird, sehr ungleich ist. Anders ist dieselbe so gar bey einem Wagen, welcher schnell fährt, als bey einem solchen, der blos langsam fortgezogen wird.

In dieser Ueberzeugung hielt ich für nothwendig auf meinen, auf den befsten Strafsen durch Frankreich, die Niederlande und Deutschland, so wie durch Tyrol, und mehrere Gebirgsländer unternommenen Reisen, recht viele Profile von Futtermauern aufzunehmen und zu sammeln, die allen Einwirkungen der Witterung und des Fuhrwerkes widerstanden hatten, um daraus einige für die Praxis anwendbare Vorschriften abzuleiten. Dieselben bestehen nun in folgenden:

1.) Die geringste obere Dicke einer von Ziegel gut aufgeführten Futtermauer betrage einen Schuh, von grofsen Quaderstücken, in guten Mörtel gesetzt, 1 und ein halben bis 2 Schuh. Bey einer von kleinern, etwa einen Cubikschuh grofsen, Steinen mit Mörtel gemachten, so wie bey einer von grofsen Steinen bestehender trockenen Mauer zwey bis zwey und einen halben Fufs. Soll die Mauer aus kleinern Steinen aufgeführt werden, so sey diese obere Dicke 2 und einen halben bis drey Fufs. 2.) Die äussere Böschung der erstern Gattung von Mauern betrage ein Funfzehntheil, der zweyten ein Zehntheil und der letztern ein Sechstheil der Mauerhöhe. 3.) Sind die Mauern über zehn Schuh hoch, so mag auch die innere Seite

Werkstücken von 3 bis 8 Schuh Länge je nach der Gröfse des Thorflügels liegen, die 2 bis 5 Schuh breit und $1\frac{1}{2}$ bis 4 Schuh

eine Böschung erhalten, und zwar auf jede sechs Schuh einen Absatz oder Vorsprung von einem Schuh Breite, so dafs die Mauer davon nach unten zu immer stärker wird. Nach aussen zu bringt man an hohen Futter- oder Wandmauern solche Absätze nur alsdann an, wenn die Steine sehr hart sind, folglich von der sich auf dieselben setzenden Nässe nichts leiden.

Übrigens mufs noch bemerkt werden, dafs die Steine der äufseren Seite solcher Mauern mit dem Pikel abgeschärft werden müssen, damit eine ebene Wand entstehe, folglich das Werk ein regelmäfsiges und gefälliges Ansehen gewinne und der Schlagregen nicht darauf hafte. Da, wo die Steine nicht von der Güte sind, dafs ein solches Behauen angewandt ist, mufs doch das Mauerwerk nichts desto weniger mit Sorgfalt ausgeführt werden, um einen Beweis von guter Arbeit zu geben. Ausserhalb und an der innern Seite müssen die gröfsten Steine oder Werkstücke gelegt werden, wie die 8te und 13te Figur zeigt.

4.) Zur Ausfüllung des Raumes, welcher hinter einer Futtermauer, nachdem sie aufgeführt ist, entstehet, oder zwischen zweyen solchen Mauern, braucht nicht in allen Fällen Erde genommen zu werden, sondern in solchen Gegenden, wo man Felsen abzusprengen genöthigt ist, um die Strafse anzulegen, oder wo ein guter Füllgrund von Erde nicht angetroffen wird, selbst dieser so viel als Steine kostet, da bediene man sich zu diesem Behufe der Steine. Die damit bewirkte Ausfüllung wird auch eine trockne Strafse machen, weil die durch die obern Steinlagen etwa durchgedrungene Nässe zwischen die Steine besser als durch eine feste Erdmasse durchsickern kann.

5.) Um die Solidität hoher Stützmauern zu vermehren, lege man von der Stützmauer unter dem Steinbau des Dammes (eine Queermauer als Strebepfeiler, und zwar auf vier bis sechs Klafter Abstand an. Diese Strebepfeiler können von schwächeren Dimensionen als die Stützmauer seyn, und erfordern eine sorgfältige Ausfüllung von Steinen oder guter Füllerde, damit das Ganze eine solide Masse ausmacht, und sie selbst durch das Erschüttern, welches die schweren Fuhrwerke verursachen, nicht ausweichen, sondern in der festen Erd- oder Steinmasse eingehüllt stehen.

6.) Damit die Futtermauern von dem längs denselben hinlaufenden Gewässern nicht unterspült werden können, so mufs ihr Fundament zwey bis vier Schuh tiefer als die Sohle des Grabens oder Baches, der in ihrer Nähe streicht, gelegt werden.

7.) Um den Schwerpunkt einer Stutzmauer mehr nach der innern als äussern Seite zu verlegen, und auf diese Weise die Wirkung von dem Drucke des Füllgrundes auf die Mauer zu vermindern, so gebe man dem Fundament nicht eine horizontale, sondern eine geneigte Lage,

hoch seyn und mittelst zwey steinernen Dollen von 8 bis 12 Zoll Länge und 6 Zoll Stärke verbunden seyn mögen. Hieraus geht

Jetzt will ich noch die Resultate einiger Theorien über die Stärke der Futtermauern anführen. Hr. Woltmann im 4ten B. seiner Beyträge zur Hydraulischen-Architectur meynt: dafs man bey Ziegelmauern, wofür er vorzüglich seine Theorie berechnet hat, in unserm veränderlichen Clima, etwa ein Zwanzigtheil der Höhe zur Basis als das äusserste; bey Quadermauern, hingegen ein Zwölftheil bis ein Zehntheil der Höhe annehmen könne. Wir wollen also nun die

Resultate der Woltmannischen Theorie aufstellen, in dem von ihm S. 345 gegebenen allgemeinen Besteck zu Futtermauern von allerley Höhen, welche bestimmt sind, dem Druck der dahinter aufgehäuften Erde unter allen Umständen ein vollkommenes Gleichgewicht zu halten, selbst in dem Fall, wenn der gebrauchte Mörtel fehlerhaft erfunden werden sollte.

Höhe der Mauer und der Erde. x	Dossirung der Mauer an der äussern Seite. $\frac{1}{20}x$	Dicke der Mauer in der Oberfläche. z	Distanz der Pfeiler (Contreforts) im Lichten. y	Dicke der Pfeiler in der Wurzel. w	Dicke der Pfeiler im Rücken. $\frac{2}{3}w$	Länge der Pfeiler. u
1	0,05	0,228	0,457	0,228	0,152	0,274
2	0,10	0,457	0,913	0,457	0,304	0,548
3	0,15	0,685	1,370	0,685	0,457	0,822
4	0,20	0,913	1,827	0,913	0,600	1,096
5	0,25	1,142	2,284	1,142	0,761	1,370
6	0,30	1,370	2,741	1,370	0,914	1,644
7	0,35	1,599	3,197	1,599	1,066	1,018
8	0,40	1,827	3,654	1,827	1,218	2,192
9	0,45	2,055	4,111	2,055	1,370	2,466
10	0,50	2,284	4,568	2,284	1,523	2,740
11	0,55	2,512	5,025	2,512	1,675	3,014
12	9,60	2,741	5,482	2,741	1,827	3,288
13	0,65	2,969	5,938	2,969	1,979	3,562
17	0,85	3,883	7,765	3,883	2,588	4,558
19	0,95	4,339	8,679	4,339	2,893	5,206
23	1,15	5,253	10,506	5,253	3,502	6,302
29	1,45	6,623	13,247	6,623	4,416	7,946
31	1,55	7,080	14,161	7,080	4,720	8,494
37	1,85	8,451	16,901	8,451	5,634	10,158
40	2,00	9,136	18,272	9,136	6,091	10,960
50	2,50	11,420	22,840	11,420	7,613	13,700
60	3,00	13,704	27,408	13,704	9,136	16,440
70	3,50	15,988	31,976	15,988	10,659	19,180
80	4,00	18,272	36,544	18,272	12,181	21,920
100	5,00	22,840	45,680	22,840	15,227	27,400
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.

hervor: dafs die Breite der Schleusenmauern an der Stelle, wo die Thoranker liegen, wenigstens drey bis 8 Schuh betragen müsse. Also auch nach der Breite und Höhe oder der Schwere des Thorflügels richtet sich die Dicke der Schleusenmauern in ihrem obern Theil: an dem Ober- und Unterhaupte der Schleusenkammer: weil schwerere Thorflügel längere Anker als leichte erfordern.

Belidor hat seiner Theorie vom Druck der Erde gegen Futtermauern gemäfs, folgendes Verhältnifs berechnet. S. B. W. 2. Theil §. 352.

Höhe der Mauern.	Dicke auf der Grundfläche für 1/8 Böschung.		Dicke auf der Höhe für 1/8 Böschung.		Höhe der Mauern.	Dicke auf der Grundfläche für 1/8 Böschung.		Dicke auf der Höhe für 1/8 Böschung.	
Fufs.	Fufs.	Zoll.	Fufs.	Zoll.	Fufs.	Fufs.	Zoll.	Fufs.	Zoll.
10	3	11	2	8	66	20	2	12	8
15	5	10	4	0	65	21	7	13	6
20	7	8	5	2	70	22	9	14	0
25	9	5	6	4	75	23	10	14	6
30	11	3	7	6	80	25	0	15	0
35	12	10	8	6	85	25	11	15	4
40	14	5	9	5	90	27	2	15	10
45	15	11	10	4	95	27	10	16	0
50	17	5	11	2	100	28	10	16	4
55	18	10	11	9	105	29	8	16	7

Jetzt wollen wir noch die Tafel hinzufügen, welche Gautier in seinem Traité des ponts p. 383 gegeben hat, und die sich auf Erfahrung gründen soll.

Höhe der Mauer.	Dicke der Mauer an der Oberfläche.	Dicke der Mauer an der Basis.	Entfernung der Strebepfeiler von Mittel zu Mittel.	Entfernung von einem Strebepfeiler zum andern.	Länge der Strebepfeiler.	Dicke der Strebepfeiler an der Wurzel.	Dicke der Strebepfeiler im Rücken.	
Fufs.	Fufs.	Fufs.	Fufs.	Fufs.	Fufs.	Fufs.	Fufs.	Zoll.
10	5	7	18	15	4	3	2	0
20	5	9	18	15	6	4	2	8
30	5	11	18	15	8	5	3	4
40	5	13	18	15	10	6	4	0
50	5	15	18	15	12	7	4	8
60	5	17	18	15	14	8	5	4
70	5	19	18	15	16	9	6	0
80	5	21	18	15	18	10	6	8

Es ist auffallend , welche Verschiedenheit auch hierin bey den bekanntesten Schleusen statt findet. (*). Da, wo also die Thore nicht zu schwer gemacht und die Mauern aus guten Materialien und recht gut gemacht werden; auch jene Einrichtung mit den Quadern nicht statt haben kann, ist ihre Dicke, da, wo die Thoranker zu liegen kommen, je nach der Höhe der Thore $\frac{1}{3}$ bis zur Hälfte der Breite eines Flügels zu machen, vorausgesetzt: daſs an den Fundirungen nichts verabsäumt wurde, es an den nöthigen Grundpfählen und Spundwänden nicht fehlt, worüber unten das Nähere vorgetragen wird; und endlich die Thore nicht überflüſsig schwer gemacht werden.

Daſs man übrigens denjenigen Theil der Schleusenmauern, worin die Umläufe oder Aquäducte gehn, zur nöthigen Dicke verstärken müsse, damit das Wasser nicht durch die Mauer dringe, versteht sich von selbst. An jeder Seite des Aquäducts wird daher die Mauer so dick seyn müssen, als die Dicke für die Seitenwände der Schleusenkammer, bestimmt wird, welches in folgenden §. §. geschieht.

(*) Folgende Tabelle zeigt dies deutlich.

Nahmen der Schleusen.	Breite der Thorflügel. Fuſs.	Dicke der Schleusenmauern, wo die Thoranker liegen. Fuſs.	Verhältniſs, wenn man die Breite des Thorflügels = 1 setzt.
Berger Schleuse	15	17	1,13
Bassinschleuse in Dünkirchen .	25	42	1,168
- - - - zu Cherbourg . .	25	27	1,08
Muyder-Schleuse	12	10	0,83
am Nieuwendiep	14	9	0,64
Slyker Schleuse	20	22	1,1
Schleuse de la Communication .	22	12	0,54
- - auf dem Canal von Languedoc	10	8	0,8
- - - - - - - - - Charollois	10	6	0,6
- - - - - - - - - Bourgogne	$10\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{2}$	0,8
Spühlschleuse in Gouda . . .	9	9	1
Schleuse auf d. Canal in der Picardie	12	9	0,75
- - - - Bridgewater . . .	11	3	0,26
von mir vorgeschlagenen Schleusen auf dem Marchflusse	$9\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{4}$	0,46

Der Druck des in der Schleuse stehenden Wassers hat aber nur in so fern einen Einfluſs auf die Bestimmung der Mauerdicke, als das Wasser durch die Mauer nicht hindurchdringen darf, weil es sonst, sobald die Schleusenkammer bis zum untern niedrigsten Wasserspiegel geleert ist, durch die Mauer zurück laufen und die Steine auszudrängen streben würde. Noch nachtheiliger würden die Folgen einer zu dünnen Schleusenmauer in dieser Hinsicht seyn, wenn kurz vor dem Eintritt des Frostes durch die Schleuse Schiffe passiren: denn es müſste sodann das in und hinter der Mauer zurückgebliebene Wasser zu Eis frieren und dieses würde die Steine sprengen, den Mörtel aber auflösen.

§. 171. Die Erfahrung lehrt nun, daſs wenn die aus guten Materialien gemachten Schleusenmauern, da, wo sie vom Wasser benetzt werden, (bey kleinen Schleusen) eine Dicke von zwey, bey groſsen von drey Schuh haben, dieselben nicht vom Wasser durchdrungen werden. Das heiſst, wenn sie von Ziegeln und wasserdichten Mörtel gemauert sind. Bey Bruchsteinmauern kann man einen Schuh zugeben, wiewohl einige bestehende Schleusenmauern diese Dicke nicht haben. Diese Regel kann jedoch anderer Rücksichten wegen, als z. B. wegen der Thoranker und der nöthigen Stärke der Mauern wegen, in Ausübung gebracht werden und sie gilt nur in Hinsicht des Durchdringens vom äussern Wasser.

§. 172. Wenn man diese verschiedenen Ansichten, so wie die Erfahrung zu Rathe zieht, so ist bey Ziegelmauern eine Böschung von $\frac{1}{8}$, bey Bruchsteinmauern $\frac{1}{6}$ der Höhe hinreichend. Bey den besten Steinen und besten Pozzolan-, Traſs- oder Cement-Mörtel ist die Böschung beym Ziegel-Mauerwerk $\frac{1}{12}$, bey letztern $\frac{1}{8}$ genug, wenn nämlich die Mauerhöhe 18 Schuh beträgt. Ist dieselbe aber mehr: so mag die Böschung respective $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{6}$ seyn; jedoch nur in dem Mauerstück, welches tiefer als 18 Schuh unter der Oberfläche der Mauer liegt.

Diese Böschung ist jedoch in zwey oder drey Absätzen, wo jeder Absatz 9 bis 18 Zoll erhält, zu vertheilen, 1.) weil sich das Mauerwerk auf diese Weise besser arbeiten läſst, 2.) dadurch verhindert wird, daſs auf die Mauer nicht ein Erdkeil seitwärts druckt, dessen Druck auf einer schrägen Mauer statt findet, welcher Druck aber auf eine mit verticalen Absätzen versehene Mauer nicht so statt findet, folglich dieselbe nicht seitwärts auszudrucken strebt. Endlich wird 3.) auf diese Weise mit Absätzen zu mauern, das durch den Füllgrund etwa eingesickerte Wasser (*) neben der Schleusenmauer im Erdboden einsickern, wo es doch, wenn eine schräge Mauer Erde auf sich ruhen hat, in die Mauer selbst eindringt. Bestimmungsgründe genug, welche das bisher in Praxis an den besten Schleusen beobachtete Verfahren: die Seitenmauern mit Absätzen nicht schräge zu bauen, rechtfertigt. Damit nun die Thoranker in die Mauer zu liegen komme, so ist der erste Mauerabsatz zwey Schuh oberhalb derselben zu machen.

§. 173. Die Schleusenwände erhalten vom Boden der Schleuse angerechnet, eine Höhe wenigstens von acht bis höchstens dreyſsig Schuh (die Schleuse bey Bussingen, als die höchste, welche ich kenne, hat 30 Schuh Mauerhöhe). Ich will daher die Mauerdicke der Seitenwände zwischen dem Ober- und Unterhaupte nunmehr aus den besten Anlagen der Art, die allen Einwirkungen der Luft, des Frostes und des Wassers widerstanden haben, nämlich aus den Schleusen auf dem Canal von Bourgogne, in der Picardie, von Charollois, am Nieuwendiep, in Muyden, in Gouda und den gröſsten — nicht aber den kleinsten — Schleusen auf den Englischen Canälen, bestimmen. (**)

(*) Daſs dasselbe nicht eine abgesonderte Wassermasse betragen könne, versteht sich ohnehin, denn die festgestampfte Erde müſste erst von der Mauer abweichen.

(**) Wenn man mit dieser Tabelle die auf den verschiedenen Kupferplatten dargestellten Schleusen vergleicht: so ergiebt sich das Resultat, daſs

§. 174. Bis jetzt habe ich noch nichts von den Strebepfeilern, die man so oft zur Verstärkung der Mauern anwendet, erwähnt, weil ich vorher erst die Mauern an und für sich selbst betrachten wollte, um folgenden Satz rechtfertigen zu können: *die Schleusenmauern* (ausgenommen das Ober- und Unterhaupt) *bedürfen gar keiner Strebepfeiler, wenn sie die in der letzten Tabelle festgesetzte Dicke erhalten.*

1.) Die besten Schleusen, als z. B. die am Canal von Languedoc, am Canal von Charollois, von Bridgewater, so wie die

den best construirten ihre Mauern eine Stärke haben, welche diesen Bestimmungen sehr nahe kommt. (†)

(†) *Tabelle über die Stärke der Schleusenmauern längs den Schleusenkammern und den Flügelmauern.*

Höhe der Schleusenmauern.	Die Stärke oder Dicke betrage an der Grundfläche (*c*): Ziegelstein- (*a*) Mauern.		Bruchstein - (*b*) Mauern.		Mit dem besten Trafs- oder Cementmörtel von Ziegelstein.		Mit dem besten Trafs- oder Cementmörtel von Bruchst:		Anmerkungen.
	Pariser Maafs. Fufs	Zoll	Fufs	Zoll	Fufs	Zoll	Fufs	Zoll	
8	5	0	5	4	4	8	4	9	
9	5	1½	5	6	4	9	4	10½	(*a*) Bey der Dicke der Ziegelmauern versteht es sich, dafs dieselbe niemahls genau mit dieser Bestimmung überein kommen könne, weil hierbey die Gröfse der Steine in Anschlag kömmt und man um diese Massen heraus zu bringen nicht die Steine abhauen könne, weil dies Abhauen mehr als der Mörtel und die abgeschlagenen Steinstücke kosten würde.
10	5	3	5	8	4	10	5	—	
11	5	4½	5	10	4	11	5	1½	
12	5	6	6	—	5	—	5	3	
13	5	7½	6	2	5	1	5	4½	
14	5	9	6	4	5	2	5	6	
15	5	10½	6	6	5	3	5	7½	
16	6	0	6	8	5	4	5	9	
17	6	1½	6	10	5	5	5	10½	
18	6	3	7	0	5	6	6	0	(*b*) Bey den Bruchsteinmauern mag die vordere Wand einen Schuh dick aus Werkstücken oder Quadern gemacht werden.
19	6	5	7	3	5	7½	6	2	
20	6	7	7	6	5	9	6	4	
21	6	9	7	9	5	10½	6	6	
22	6	11	8	0	6	—	6	8	(*c*) Was die obere Dicke und die der innern Mauerwand zu gebende Absätze anbetrifft: so richtet sich dieses, wie bereits bemerkt ist, nach der Stelle, wo die Thoranker zu liegen kommen; und dann theilt man die letztern in gleichen Theilen der Mauerhöhe ab, so, dafs die Mauer mit den vorhandenen *ganzen* Steinen aufgeführt werden möge.
23	7	1	8	3	6	1½	6	10	
24	7	3	8	6	6	3	7	0	
25	7	5	8	9	6	4½	7	2	
26	7	7	9	0	6	6	7	4	
27	7	9	9	3	6	7½	7	6	
28	7	11	9	6	6	9	7	8	
29	8	1	9	9	6	10½	7	10	
30	8	3	10	0	7	0	8	0	

Schleusen des von Oxford nach Coventry führenden Canals (Siehe Tab. 81.) und mehrere Schleusen haben keine Strebepfeiler.

2.) Sind die Strebepfeiler bey mehreren Schleusen 20 bis 35 Schuh von einander entfernt, so daſs sie zur Festigkeit der Mauer wenig beytragen, vielweniger noch den Einsturz des zwischen zwo Strebepfeiler liegenden Mauerstücks verhindern können.

3.) Der Gebrauch der Strebepfeiler ist vorzüglich bey Festungsmauern wichtig, um die Wirkung des feindlichen Geschützes auf dieselben zu schwächen und die Breschen zu verhindern. Wir finden daher: daſs die von Militär-Ingenieurs aufgeführten Schleusen viele und starke Strebepfeiler haben; wo hingegen die von Civil-Ingenieurs erbaueten solche gänzlich entbehren. Ueberhaupt ist es allgemein bekannt, daſs die mehresten der erstern starke und kostbare Mauerwerke errichten, wo sie nicht allemahl nothwendig sind. Aber bey dem Bau der Widerlager an Brücken und bey Aufführung groſser Gebäude sind die Strebepfeiler nöthig, um darauf die Gewölbbögen ruhen zu lassen, oder die Basis des Erdgeschosses unter den Fenstern und Thüren zu verdünnen, mithin an unnöthigen Aufwand zu ersparen.

§. 175. Belidor hat die Strebepfeiler an den Schleusenmauern zu bestimmen gesucht, indem er Tome 11. §. 129. Folgendes anführt: « Die Länge der Strebepfeiler wird insgemein der Mauerdicke gleich gemacht. Weil selbige am Hintertheil schmäler als am Vordertheile sind, so theilt man ihre Länge in vier gleiche Theile und giebt dem Vordertheil drey und dem Hintertheil zwey Theile u. s. w. Endlich kann man auch gegen der Kammer, da wo die Thoranker kommen, zwey Strebepfeiler machen » s. w. B. Diese sind, wie ich bereits oben erwähnte, diejenige Strebepfeiler, welche nothwendig bleiben: eines Theils um die Häupter der Schleuse, auf denen wesentlich die Dauer von dieser beruhet, zu verstärken und den Thorankern eine hinreichende Länge und ein sicheres Lager zu geben. Diese vier Strebepfeiler einer Schleuse mögen also jeder zur Länge und Breite die Dicke der Schleusenmauern erhalten; und wenn ein Um-

lauf hinzukommt, so wird das Ganze um dessen Weite breiter gemacht.

Da aber für die Thorkammern ein Raum in die Schleusenmauern bleiben mufs, so werden diese um die Dicke des Thorflügels mit ihrem Schütze und des ersteren seine Breite zurückgezogen. Ein Raum, der die Thorkammer *a* Fig. Tab. 77. bildet. Dafs man zur Bestimmung der Strebepfeiler bey den aufgeführten Schleusen keine Regel befolgt hat, dies beweifst die oben §. 169. gegebene Tabelle. Bald hat man sie weit entfernt, bald nahe gerückt, dann stark, ein andermahl schwach gemacht; ja Einige haben sie gänzlich weggelassen.

§. 176. Wer sich nun im Schleusenbau diesen hier aufgestellten Erörterungen nähert: der wird die Schleusen mit weit geringern Kosten und dennoch vollkommen dauerhaft anlegen!

§. 177. *Von dem Grundbau der Schleusen* kann in gedrängter Kürze gehandelt werden, nachdem bereits im 3ten Abschnitt das Wesentlichste darüber vorgetragen ist.

1.) Auf einen durchaus festen Boden bedarf es der Schwell- und Pfahlroste nicht.

2.) Die Gründung auf mittelmäfsigen Boden erfordert wenigstens immer des Schwellrostes; nur selten einen Pfahlrost.

3.) Der unsichere und schlechte Boden macht einen Pfahlgrund und Schwellrost nothwendig.

Der Abstand der Grundpfähle richtet sich nach der Güte des Erdreichs, folglich nach ihrer Länge §. 101. des v. Abs.; eben so die Bärschwere, womit sie eingeschlagen werden. Der in der angeführten Tabelle bestimmte Abstand versteht sich jedoch nur für diejenigen Reihen Grundpfähle, welche unter die Schleusenmauer zu stehn kommen. Unter dem Schleusenboden kann derselbe wenigstens das doppelte, ja das drey und vierfache betragen. Nur selten wird man aber unter demselben mehr als drey Reihen Grundpfähle anwenden dürfen, wo alsdann die eine Reihe in der Mitte der Schleusenkammer zu stehen kömmt. Uebrigens sind die Reihen Grundpfähle unter der Sohle, so wie auch unter der Ba-

sis der Seitenmauer dergestalt einzutheilen, daſs eine Reihe Grundpfähle in die Mitte zu stehen kömmt oder eine gleich groſse Austheilung der Pfahlreihen entsteht. Man wird daher unter den schwächsten Seitenmauern zwey, den stärksten vier und unter den mittlern drey Reihen Grundpfähle einrammen.

Belidor §. 282. rechnet von Mittel zu Mittel für die Reihen Grundpfähle unter den Seitenmauern drey und unter den Schleusenboden sechs Schuh Entfernung.

Von der Stärke der Grundpfähle ist in dem 101. §. des v. Abs. gehandelt worden und vom Einrammen derselben in einem eigenen Abschnitte, so wie im letzten Abs. §. 22. u. s. w. Im 27. §. sind auch die allgemeinen Grundsätze bey Fundirungen vorgetragen und ich würde mich nur Wiederholungen zu Schulden kommen lassen, wenn ich darüber hier noch etwas sagen wollte.

Was aber die Stärke, Länge und der Abstand der Grundpfähle bey den beſsten erbauten Schleusen anbetrifft: so gibt die im 166 §. ausgestellte Tabelle davon Auskunft.

Ein anders ist es bey den hölzernen Schleusen, wo die Wände leicht sind. Bey diesen sind drey Reihen Grundpfähle hinreichend. Eine Reihe unter jeder Seitenwand und die dritte Reihe in der Mitte der Kammer, um die Queerschwellen davon tragen zu lassen. Zwey Reihen Stützpfähle kommen dann noch wohl auf 6 bis 10 Fuſs Abstand von der Wand in die Erde um die Anker zu halten, womit die Hauptständer vertical erhalten werden.

Die Anlage der Spundwände betreffend, so ist in den vorletzten Abschnitte das Nützlichste aufgestellt. Ich bemerke daher hier noch folgendes:

1.) Die Dammplanken, welche unter den Schleusen eingerammt werden, müssen 3 bis 6 Zoll stark seyn und 6 bis 11 Fuſs in den festen Grund und zwar einen bis sieben Schuh stehn, über die Spitze der Grundpfähle jedoch aber immer so tief, daſs kein Wasser unter sie durchdringe. Ihr Länge richtet sich blos nicht

nur nach der Länge der Grundpfähle und dem Zustande des Bodens und Belidor gibt §. 277. ihre Länge zu kurz an, indem er sie der Hälfte oder $\frac{2}{3}$ der Länge der Grundpfähle gleich setzt. (*)

2.) Wenn der Zweck, warum Spundwände eingerammt werden beachtet wird, der darin besteht, daſs das äuſsere Grundwasser von dem Innern des Baukörpers abgehalten wird: so bedarf es keines Beweises, daſs dieselbe den Grundbau einer solchen Schleuse, welche auf die Dauer gebauet wird, ganz einfassen müssen, so bald der Grund von der Art ist, daſs er das Wasser durchläſst.

3.) Es sind alle Queerspundwände in einem solchen Boden der Quellen hat oder wasserhaltig ist, nicht hinreichend das Wasser von der Schleuse abzuhalten, wenn die Schleuse selbst nicht *vollständig an den Seitenwänden mit einer Spundwand umgeben ist.* Daher daſs man diese der Natur der Sache entsprechende ganz einfache Regel bey manchen Schleusen nicht in Ausübung gebracht hat, ist es denn auch gekommen: daſs dieselben nicht lange gedauert haben. Sie muſs also bey allen Schleusenböden, welche

(*) Wir wollen auch hierüber die Erfahrung in folgender Tabelle aufbewahren.

Namen der Schleusen.	Länge der Grundpfähle.	Länge der Spund- und Dammplanken.	Breite der Spund- und Dammplanken.	Dicke der Spund- und Dammplanken.	Anmerkung.
	Fuſs.	Fuſs.	Zoll.	Zoll.	
Schleuse von Bergen bey Dünkirchen	10-12	9	14	4	
Bassin-Schleuse in Dünkirchen	10-15	10-15	15	4	(*a*) Die Dammplanken haben triangelförmige Nuthen.
Afsfelder Schleuse zu Calais . .	11	11	15	4	
Bassinschleuse zu Cherbourg . .	—	9	12	3	
Schleuse zu Gravelins 1699 . .	8	6	12	3	
Eine andere Schleuse daselbst 1731	8 - 12	8 - 12	12	3 (*a*)	(*b*) Dammplanken ohne Falzen oder ohne Nuthen.
Ehemalige Mardyker Schleuse .	9	7	12	3 (*a*)	
Muyder Schleuse	18	—	—	—	
Durchfahrts-Schl. am Nieuwendiep	30	9	12	3-4(*c*)	
Slykens-Schleuse bey Ostende .	18	14	15	4	(*c*) Die Dammplanken haben prismatische Nuthen.
Schleuse de la Communication .	—	18	12	$3\frac{1}{2}$(*b*)	
Hoornschleuse in Holland . .	26	14-26	15	4 (*b*)	
Eine der Schleusen bey Halfwege	21	25	15	4 (*b*)	
Duiker Schleuse beym Penningsveer	27	20	11-12	4 (*b*)	
Kammerschleuse Gouda gegenüber	30	14-16	12	5 - 6	

in wasserhaltiges Terrain einen Schwell- und Pfahlrost, wegen der Beschaffenheit des Bodens — erhalten, unbedingt befolgt werden, wenn ein dauerhaftes Werk erbauet werden soll. Ja sie ist auch bey den neuesten und befsten Schleusen in Holland und Frankreich, namentlich bey den Schleusen 1.) am Nieuwendiep, 2.) bey Gouda, 3.) am Penningsveer, 4.) zu Muyden, und bey den neuesten Schleusen in Havre in Ausübung gebracht. Ich habe sie auch bey denen am Marchflufse in Vorschlag gebrachten Schifffahrtsschleusen gleichfalls befolgt.

Diese Spundwand mufs, wie gesagt, am äussern Rande der Grundfläche von dem Mauerwerk oder bey hölzernen Schleusen längs der Holzwand hinlaufen.

4.) Wenn man aber, da, wo die Flügel der Schleusenwände anheben (Tab. 78. Fig. III in 9) oder unter dem Drempel eine Queerspundwand schlägt, so kann — in dem Fall, wenn die innere Spundwand (7 oder 0) längs einem Bassin, wie es am Nieuwendiep der Fall ist, fortläuft — die zwischen die zwo aussern Spundwände nach der Richtung der Flügelmauer nach gehender Spundwand vor dieser Mauer hingehn. In allen übrigen Fällen, mufs sie an den äussern Rand der Mauer geschlagen werden, denn diese Mauer und das Fundament darunter ist gegen das Eindringen des Grundwassers zu schützen.

5.) Die Wände, welche ausser der Einfassung in dem wässerigten Boden zur Fundirung nothwendig sind, bestehn in zwo Spundwänden an beyden Enden des Schleusenkörpers, d. i. am Ende der Flügelmauern queer über die Schleusenöffnung (*). *Diese Spund-Queerwände bilden mit der vorher erklärten Umfassungswand den wasserdichten Kasten des Schleusen-Fundamentes*, welcher bey kleinen Schleusen zur Dichtigkeit hinreichend ist. Alle

(*) Wollte man die erste Spundwand vor den Obern Schleusenthoren und nicht an dem Rande des Schleusengemäuers schlagen, so hiefse das, einen vorzüglichen Theil der Schleuse, dem Eindringen des Wassers, mithin der Zerstöhrung Preis geben!

übrigen Queerwände sind nur eine Zugabe an Vorsicht: denn dieser Kasten soll ja das äussere Wasser nicht in den Grundbau seitwärts einlassen und der übrige Grundbau von dem ich bald handeln werde, soll das Quellwasser zurückhalten. In dieser Absicht wird in der Queer-Spundwand vor der Schleuse eine doppelte Reihe Spundplanken eingerammt und die einzeln Planken einer Reihe, mit Nuthen und Zapfen versehen; auch dieselbe längs Gurtungen und Grundpfählen geschlagen, wie dies im v. Abschn. §. 103. No. 10. und im 2ten Abs. §. 46. 47. 54 bis 60. 65. 72 und 73. gezeigt ist. Wobey jedoch bemerkt werden muſs: daſs die Steine über die rundherum laufende Spundwand gedeckt werden. Ja, wenn die Schleuse von der gröſsten Art ist und in ein strömendes Wasser geht oder die Ablassung durch die Thore geht, so läſst man die untere Queerwand gleichfalls aus zwey Reihen Spundplanken oder einer Reihe Spundpfähle bestehn und sichert ihren Fuſs mit Sinkstücken und Steinwurf, d. i. mit einem Sturzbette, sobald nur die Wassertiefe, welche für die Schifffahrt nöthig ist, eine solche Vorkehrung zuläſst.

6.) Damit das Wasser, wenn irgend eine dieser Spundwände noch dessen durchliesse, welches jedoch in der Regel und bey sorgfältiger Einrammung derselben nicht statt finden soll, nicht in einem Theil der Fundirung eindringen könne, so mögen bey groſsen Schleusen zur übertriebenen Vorsicht, noch zwey Queer-Spundwände eingerammt werden. Bey Schleusen ohne Fallmauer kömmt eine davon unter dem Hauptstück des Drempels und bey Schleusen mit einer Fallmauer, gerade am Rande derselben; die zweyte, wenn sie gemacht wird, die ich jedoch in den mehresten Fällen, für überflüſsig halte, kommt unter dem untern Drempel. Fünf und sechs Spund-Queerwände zu schlagen, ist aber, selbst im lockersten Boden, bey den Schleusen die jetzt erbauet werden, ein unnöthiger Aufwand. Denn jede solche Wand soll so tief eingerammt werden, daſs sie des Wassers nicht durchläſst und die Seiten-Spundwände, mit denen am obern und untern Ende der Schleuse eingerammten Queer-Spundwänden for-

miren, wie gesagt, den Kasten des Grundbaues. Ein anders war es bey der Schleuse von Slykens, die eine Länge von 900 Schuh hat und im Quellsande erbauet ist, den man also in verschiedenen Abtheilungen oder Kisten einpressen und mit Füllgrund compact machen mufste. Ein solcher Boden kann auch bey Schleusen von mittler Gröfse, wie oben erwähnt ward, die Schlagung von zweyen Queer-Spundwänden im Inneren des Fundamentes entschuldigen.

7.) Da die Dichtigkeit des Fundaments bey den hölzernen Schleusen eben so wohl als bey massiven nothwendig ist, um das Eindringen des Grundwassers zu verhindern, so gilt alles, was in diesen §. §. von den Spundwänden der massiven Schleusen vorgetragen ist, auch von denen der hölzernen.

§. 178. Wenn wir den Grundbau weiter verfolgen, so kommt die Ausfüllung zwischen den Grundpfählen und Spundwänden in Betracht zu ziehen. Einige begnügen sich damit: diesen Raum bis auf den festen Grund hinab mit Thon auszustampfen. Wenn aber in Erwägung gezogen wird, dafs der Grundbau kein Wasser durchlassen soll, so ist diese Methode nur daselbst anwendbar, wo der Grund weder aus Quellsand besteht, noch viel Wasser enthält. Statt derselben ist es aber immer besser und sicherer, die Felder auszumauern und zwar bis auf eine solche Dicke, durch welche, wenn zum Mauerwerk feste Steine oder besser Ziegel und Cement genommen wird — das Wasser nicht durchdringen kann. Dieselbe sey daher nach der Erfahrung zwey bis drey Schuh. Belidor setzt §. 285. die Dicke dieses Mauerwerkes nach der Breite der Schleusen fest; nämlich bey 12 Fufs breiten Kammern zwey Schuh; bey einer 48 Schuh breiten Kammer fünf Schuh.

§. 179. Sind diese Felder ausgemauert oder mit fetter Erde ausgestampft, so wird der Balken- oder Schwellrost gelegt, auf welchen man die Seitenmauern aufführt. Derselbe besteht fast bey allen Schleusen 1.) aus den Queerschwellen, 2.) den Längeschwellen und 3.) aus dem Plankenboden. Zuweilen

kömmt über diesen noch eine zweyte Lage der genannten Hölzer und alsdann ist dies ein doppelter Boden. Da, wo man aber die Schleusensohle aus Steinen bestehn läſst, ist der einfache Boden hinreichend. Im Triebsande hingegen muſs ein dreyfacher Rost angelegt werden, wie dies bey der Schleuse von Slykens geschehen ist.

§. 180. Nach diesen vorausgegangenen Erklärungen und Grundsätzen sind wir in dem Fall: den Bau einer massiven Schleuse, welche jedoch einen hölzernen Boden und einen Pfahl- und Schwellrost hat, stuffenweise zu verfolgen. Zum deutlichsten und lehrreichsten wird dies seyn, wenn ich in der am Seehafen Nieuwendiep von dem berühmten Wasserbaudirector Brunings angegebene und zu den besten in Holland existirenden Werken der Art zu zählenden Schleuse ein Beyspiel aufstelle.

Sie ist im Jahr 1790 für 78000 fl. erbauet worden; hat eine Länge von 140 Fuſs, ist 23 Fuſs breit und hat 20 Schuh lange Flügel. Das Fundament besteht *a*) aus 10 Reihen tannene Grundpfähle, wovon jede Reihe 140 Fuſs lang ist *b*) und aus zwey Reihen von 53 Fuſs Länge. Die Anzahl der Grundpfähle beträgt 704 Stück. Die Grundpfähle sind 30 bis 32 Fuſs lang, oben 10 bis 12 Zoll und unten 6 Zoll dick. Der Schleusendrempel liegt 9 Schuh unter der ordinären Fluth.

§. 181. Die Beschreibung dieses Baues werde ich mit einigen Regeln und Vorschriften verweben und in dieselben Dasjenige, was nur von der Construction dieser Schleuse bekannt ist, anführen, ohne deswegen behaupten zu wollen, daſs bey dem Bau nicht noch manche hier übergangene Maaſsregel in Anwendung gekommen sey; welches die Herren Conrad, Goudriaan und Grosa, die meines Wissens die Ausführung besorgt haben, zum besten beurtheilen können. Es ist also diese Beschreibung keineswegs als eine bloſse Aufstellung derer von mir über diesen Bau gesammelten Nachrichten anzusehen: sondern vielmehr wie gesagt, als eine auf den Bau solcher Schleusen anwendbare Baumaxime zu betrachten.

1.) Nachdem die Beschaffenheit des natürlichen Grundes, wie im 28. §. des 2ten Abschn. gelehrt ward, untersucht; das Quellwasser auf irgend eine Art abgeleitet ist; die verschiedenen Horizontal- und Vertical-Durchschnitte der Schleuse, so wie ihrer Haupttheile als Thore u. dergl. nach einem groſsen Maaſsstabe gezeichnet sind (*); die Baustelle ausgehoben und vom Wasser mittelst Abdammungen und Schöpfmaschinen befreyet ist, wie dies im letzten Abschnitt und im 3ten Absch. der 6ten Abtheilung gelehrt wurde: so werden die Grundpfähle 4 und 5 Fig. 3. in denen für sie bestimmten Reihen mit einem hinreichend schweren Rammklotz (S. 3ter Abschn. §. 99.) bis zum Stehen eingerammt.

2.) Je nachdem die Höhe des Schleusenbodens bestimmt ist, werden die Grundpfähle nach einer horizontalen Fläche abgesäget und an jeden Pfahl ein 2 bis 3 Zoll starker Zapfen, welcher zur Höhe die Stärke der Queerrostschwellen oder Lagerhölzer und zur Länge die Dicke des Pfahls erhält, eingeschnitten.

3.) Diejenigen Grundpfähle aber, welche in der mittleren Reihe, unter den Seitenmauern und den Strebepfeilern stehen, erhalten keinen Zapfen, sondern die Queerschwellen werden blos darauf mit $1\frac{1}{2}$ Zoll starken eichenen Nägeln genagelt.

4.) Auf den benannten Grundpfählen sind 6 tannene Queer-Rostschwellen aufgezapft, von 9 zu 11 Zoll stark und von einer solchen Länge, daſs sie 3 Zoll über die äussern Grundpfähle hervorragen. Diejenigen Schwellen, welche jedoch die Spundwände *qrstuv* einfassen, müssen um 6 Fuſs länger seyn, als die Seitenmauern reichen.

(*) Sehr gut ist es: wenn man ehe der Bau angeht, von den vorzüglichsten Theilen der Schleuse Modelle verfertigen läſst und dieselben in der Werkstädte auf einen geebneten Boden, nach der wahren Gröſse vorzeichnet. Kommen viele Steinschnitte vor, welches der Fall bey einer in schlechten Boden concav geformten Schleusenboden ist: so muſs man diese gleichfalls in der wahren Gröſse auf der Baustelle abzeichnen.

5.) Sind dann die Queerschwellen über die Zapfen der Grundpfähle eingelassen, so wird in eine in dem Zapfen eingehauene Spalte ein eichener Keil eingetrieben, der den Zapfen recht fest an die Rostschwelle anprefst. Eine Vorsicht, die wesentlich zur Festigkeit des Baues beyträgt. Sie hat selbst bey einem Bau, wo sich Grundwasser einfand, die Aufbiegung der Rostschwellen verhindert. Eine ähnliche Maafsregel wird beym blosen Aufnageln der Rostschwellen und Deckplanken mit hölzernen Nägeln ausgeübt, die in der Praxis vortreffliche Dienste leistet, wo jedoch die Nägel sehr stark seyn müssen und man bedient sich statt denselben einer andern Methode, welche ich itzt beschreiben werde. Die eichenen Nägel, womit man die Queer- und Längenschwellen aufnagelt, werden nämlich 2 Zoll dick, aber in der Mitte etwas dünner gemacht und daselbst mit in Oehl gesottenem Werch umwickelt; damit das Durchdringen des Wassers durch das Bohrloch an dem Rande des Nagels verhindert werde. Um ihn in das Bohrloch recht anzupressen, wird in dem untern Theil des Nagels eine Spalte gehauen, worin man einen $\frac{1}{2}$ Zoll starken und 4 Zoll langen eichenen Keil etwas hineinsteckt. So wie derselbe nun auf das untere Holz, das ist hier bey der Queerschwelle auf den Grundpfahl oder bey den Längenschwellen auf die Queerschwellen stöfst und der Nagel eingetrieben wird, geht der Keil weiter in denselben hinein und treibt ihn gegen das Holz, worin er geschlagen wird, prefst ihn folglich an dasselbe an.

6.) Sollte dann eine von den Rostschwellen durch das Antreiben etwas spalten, so mufs sie abgenommen und wieder durch eine neue ersetzt werden.

7.) Die Stärke der Rosthölzer, das ist der Queerschwellen anbetreffend: so müssen dieselbe sich nach der Breite der Schleusen, das ist nach ihrer Länge richten. Bey einer 12′ breiten Schleuse mag sie 9 und 6″, bey 18′ breiten Schleusen 10 und 8, bey 24′ breiten Schleusen 11 und $8\frac{1}{2}$; bey 30′ breiten Schleusen aber 12 und 9″ und bey 46′ breiten Schleusen 13 und 10 Zoll

betragen. Etwas schwächer mögen die Längenschwellen ausfallen. Von den letztern wird jede, da sie nicht aus einem Holzstücke gemacht werden kann, aus zweyen Hölzern auf die halbe Holzdicke mittelst einer Verzahnung — deren Mitte auf eine Queerschwelle treffen mufs — zusammen geschiftet.

8.) Wiewohl ich hier die Befestigung der ersten Queerschwellen beschrieben habe, so mufs ich doch ausdrücklich bemerken: dafs anfänglich nur diejenigen auf die Grundpfähle eingezapft oder darauf genagelt werden, längs welchen die Queer-Dammplankenwände zu stehen kommen (*). Ich werde daher nach der Stuffenfolge der Arbeit noch einmahl von der Legung der Queerschwellen sprechen.

9.) Jede Dammplanke wird an die daranstossende Queerschwelle mit einem einen Zoll starken eisernen Nagel befestigt, und wenn vor der Reihe dieser Planken noch ein Queerholz *c* Fig. 34. Tab. 89. gelegt worden ist, welches jedoch meines Wissens bey dieser Schleusen fehlt, worunter dann ein Grundpfahl *e* kommt, so wird jeder eiserne vorne mit einem 3 Zoll breiten Kopf und am innern der Queerschwelle mit einer Schraube versehene 2 Zoll starke eiserne Bolzen durch die Gurtung die Dammplanke und die Queerschwelle hindurch gezogen. An derselben aber wird mittelst einer Schraube alles das Holz, wodurch er geht, fest zusammengezogen. Dafs die schräge stehenden Grundpfähle *e* jedoch nur auf einen Abstand von sechs Schuh zu stehn kommen, ist bereits an einem andern Orte erwähnt worden. Uebrigens treten bey dieser Schleuse die Dammplankenwände sechs Schuh bis *q r s* Fig. 111. Tab. 78. über die Grundfläche der Seitenmauer hervor und bestehen aus Tannenholz.

(*) Ich wähle hier, so wie an mehreren Stellen mit Fleifs die Benennung *Damm-Plankenwände* dieser Schleuse, weil meines Wissens diese Schleuse nur Dammplanken und keine Nuthplanken hat. Jedoch kann ich mich hierin irren, welches auch nichts zur Sache thut. Was ich also hier von den Dammplanken sage, gilt auch von den Spundwänden.

Da die zwo Wände *q* und *v* die Schleuse gleichsam begrenzen, so haben sie eine doppelte Reihe Planken und zwar Holz auf Fuge. Diese sind 7 Fuſs lang 10 bis 12 Zoll stark und 3 Zoll dick. Zu denen unter den Schlagwellen in *s* und *t* stehenden Reihen sind die Planken 9 Schuh lang und 4 Zoll dick. Diese Dimensionen haben auch die Planken derjenigen Wände, welche die Basis des gesammten Gemäuers umschlieſsen. Solche Spund- oder Cofferwände, die in Fig. III. sichtbar sind, sollten, wie bereits oben gesagt ist, in einen wasserhaltigen Boden niemahls anzulegen vergessen werden: da von denselben die Dauer der Schleuse wesentlich abhängt.

10.) Sind nun die äussern Queer-Plankenwände eingerammt, so werden die mittlern gleichfalls geschlagen. Alle müssen aber mit ihren wagrecht abgeschnittenen Köpfen 1½ Zoll hoch über die daran stossende Queerschwellen hervorstehen, um eben so viel in die Längenschwellen 99 eingelassen zu werden, damit kein Raum zwischen den Plankenwänden und den Längenschwellen entstehe, durch den das unterirrdische Wasser durchsickern könnte. Um diese Absicht desto sicherer zu erreichen, so wird der Kopf von allen Spund- oder Dammplanken mit Moos oder mit in siedendes Oehl getränkte Leinwand belegt. Eine Vorsicht, die auch bey denjenigen Grundpfählen, worauf die Queerschwellen aufgenagelt werden, anzuwenden und niemahls bey dergleichen Fundirungen ausser Acht zu lassen ist.

11.) Die Dammplanken, welche in die Seitenwände kommen, rammt man aber erst alsdann ein, wenn die sämmtlichen Queerschwellen gelegt sind. Sie werden so hoch abgeschnitten, daſs man sie 3 Zoll in das darüber zu liegen kommende Flurholz einlassen könne.

12.) Ehe alle Queerschwellen gelegt werden, muſs der Raum, welcher bis zum festen Boden um die Grundpfähle ausgehoben war, mit Klay-Thon; oder guter Gartenerde ausgestampft seyn und zwar, einen Zoll höher als die untere Fläche der Queerschwellen zu liegen kommen soll, damit diese Schwellen den angestampften

Grund noch fester zusammenpressen. Es ist auch ein Fehler, wenn man die Ausfüllung erst nach Legung der Rostschwellen vornehmen wollte, weil sodann das Ausstampfen nicht tüchtig bewerkstelligt werden kann. Statt der Ausfüllung mit Thon oder Klayerde ist jedoch ein Gemäuer von Ziegelsteinen mit Pozzolan-Trafs- oder Cement-Mörtel verfertigt besser: weil dasselbe das Wasser nicht durchläſst und der Mörtel das Holz noch länger, als wenn es mit Erde oder Steinen umgeben ist, conservirt.

13.) Jetzt, nach vollendeter Auflegung der Queerschwellen; wird entweder mit der gänzlichen Ausfüllung von Klayerde oder Aufführung des Gemäuers zwischen den Grundpfählen und Queerschwellen fortgefahren und zwar weit hinauf, daſs die Längenschwellen auf diese Ausfüllung und auf die Queerschwellen gelegt werden können. Es müssen nämlich jene in diese zwey Zoll tief eingelassen werden. Da aber die Längenschwellen hier 8 Zoll dick sind, so stehn sie sechs Zoll hoch über die Queerschwellen hervor, nachdem sie auf jede von diesen mit einem eichenen Nagel aufgenagelt sind, wie es im 6ten Satz beschrieben ist.

14.) Sind auf diese Weise die Queer- und Längenschwellen befestigt: so wird auch der zwischen den letztern entstandene Raum dergestalt entweder mit Klay- oder Thonerde ausgestampft oder ausgemauert, so daſs noch in den Rostfeldern selbst 3 bis 4 Zoll zur Oberfläche der Längenschwellen fehlt, um auf dieser wagerecht gemachten Ebene die 3 bis 4 Zoll starken Planken 3, 3, horizontal dicht nebeneinander zu legen; darin, wie vorhin erwähnt ward, die Spundwände $1\frac{1}{2}$ und respective drey Zoll einzulassen und dicht an die Längenschwellen anzutreiben.

15.) Werden zwey Plankenböden übereinander gelegt: so muſs der obere aus Eichen- und der untere aus Tannenholz bestehen, weil jener oder der eigentliche *Deckboden* zuweilen, nämlich bey Reparaturen, der Luft ausgesetzt wird; das Nadelholz dieser Abwechselung von Trockene und Nässe weniger als das eichene verträgt. Alsdann werden aber die obern Planken über die Fugen der untern gelegt und entweder eine solche Ab-

wechselung in der Länge der Planken getroffen, dafs auch der Queere nach eine gerade linigte Fuge nicht entsteht, d. i. die Planken werden ungleich lang gemacht, oder sie müssen an die Queerschwellen *abd* Fig. 35. Tab. 89. angestofsen werden, wie *ed* und *fd* zeigt. Kommen zwey Plankenlagen übereinander, so wird, nachdem die untere Lage calfatert und mit warmem Pech begossen ist, eine einen Zoll dicke Decke von *trocknem* von Erde befreytem Moos oder Werch darauf gleich dick ausgebreitet. Wenn man die Kosten nicht sparen will, so kann in Oehl getränkte Baumwolle gebraucht werden. Diese elastische Zwischenlage dient dazu, dafs die obern Planken scharf angetrieben werden können. In Ostindien legt man, wie mir ein dort gewesener Schiffscapitain gesagt hat, eine aus gelöschtem Kalk mit Oehl vermischte und geriebene Masse zwischen dem Holz und Kupfer, womit die Schiffe beschlagen sind, um das Holz zu conserviren. Mit dieser Masse könnte man auch die Hölzer eines Schwellrostes umgeben.

16.) Bey der Schleuse am Nieuwendiep Tab. 78. sind die zwo Plankenböden aber nicht unmittelbar auf einander gelegt worden; sondern es wurde der untere 3, 3, Fig. III. Tab. 78. für sich gemacht; der auch aus Eichenholz besteht und von dem die Planke 4 Zoll dick, 12 bis 16 Zoll breit und mit drey Zoll dicken eichenen und vorher beschriebenen Nägeln auf jede Queerschwelle genagelt sind; nachdem sie wohl gehobelt waren. Dieser Boden wird zwischen allen Fugen gut calfatert und zweymahl mit heifsen Pech übergossen.

Das Calfatern geschieht aber folgendermaafsen. Es werden alte getheerte Schiffsthaue in Stücken von 6 bis 12 Zoll Länge zerhackt, im Ofen gedürrt und dann auseinander gezupft. Dieses Werch wird in die mittelst Stemmeisen geöffneten Fugen des Plankenbodens, mit Beiseleisen hineingestopft und zwar nach und nach, so dafs das Werch zwischen die ganze Fuge hinab geprefst wird. Jetzt wird jede Fuge während dürrem Wetter mit heifsem Schiffstheer — der aus Pech und Fischthran oder

Oehl und Pech besteht — oder mit Steinkohlentheer getränkt; wenn zuvor die Planken mittelst eines Stroh- oder Holzspän-Feuers erwärmt sind.

17.) An jeder Seite der Flügel und hinter der Umfassung von den Strebepfeilern werden 4 und 8 Zoll starke Streckhölzer, wie Fig. III. zeigt, gelegt.

18.) Ueber dem so verfertigten ersten Planken- oder Rostboden 3, 3, wurden die eichenen Deckhölzer oder die zweyte Lage Queerschwellen 2, 2, gelegt. Sie sind zwey Zoll tief in die Längenschwellen eingelassen, um genau auf den Plankenboden 3, 3, zu liegen, der um so viel niedriger (2″) als jene Längenschwellen eingekerbt sind, gelegt ist. Die 9 bis 11 Zoll starken und 27 Schuh langen Deckhölzer wurden auf jede Längenschwelle mit zwey Zoll starken eichenen Nägeln, auf die oben angezeigte Methode, fest genagelt und reichen 2 Schuh in die Seitenmauern.

19.) Die zwischen den Deckhölzern entstandenen Felder wurden nachher mit Ziegel- und Wassermörtel, in Rolllagen gesetzt, ausgemauert. Einige streuen auf den Plankenboden Sand, weil sie dafür halten: daſs der Mörtel das Holz angreift. Dieses Mauerwerk, welches genau in einer Horizontal-Ebene, mit der Oberfläche der Deckhölzer geführt wird, muſs man mit den Seitenwänden zugleich in die Höhe aufmauern; wie denn in der Regel die gesammten Schleusenmauern stets in einer Horizontal-Ebene heraufzuführen sind, und deswegen der sorgfältigste Bedacht zu nehmen ist. Es müssen daher auch die Köpfe der Grundpfähle und Spundwände genau horizontal abgeschnitten und der Rost horizontal gelegt werden.

Ueber dieses Mauerwerk kömmt endlich der zweyte Planken- oder *Deckboden*, der eben so auf die Deckhölzer 2, 2, fest genagelt wird, als der erste auf die Queerschwellen genagelt ward. Auch wird derselbe gleichfalls calfatert und zweymahl mit heiſsem Pech übergossen. Er solle sich blos an die Seitenmauern der Schleuse anschlieſsen und nicht in dieselbe hinein-

gehen, weil man sonst die Ausbesserung dieses Deckbodens nicht vornehmen kann. Eine Regel, welche auch Belidor §. 334. giebt!

§. 182. Ist auf die Weise oder auf eine andere Art der Boden und die Fundirung einer Schleuse vollendet, so werden die Mauern aufgeführt, die Drempelpfannen und Zugstangen der Thore gelegt, die Aquäducte angebracht; die Vorböden gemacht und die Schleusenthore zur halben Oeffnung eingehangen.

Bey der Schleuse am Nieuwendiep wurden, nach Vollendung des Schleusenbodens, die Seiten- und Flügelmauern vorne mit 2 bis 2½ Klinker und Trafsmörtel (der aus 3 Theilen Lütticher Steinkalk und zwey Theilen gut gemahlenem Trafs bestand, zum gesammten Mauerwerk dieser Schleuse gebraucht) das übrige Gemäuer mit einer Ziegelgattung von mittler Güte im Kreuzverbande wagrecht mit den Deckplanken aufgemauert (*) alsdann aber eine Bettung von zwey Stromlager gemacht; nämlich von harten Klinker. Ueber diese wurde der Trafsmörtel dünne gegossen, in welchen die aus Werkstücken bestehenden 19 Zoll dicken Schlagschwellen *eb* und *hm* (Fig. 11.) gesetzt wurden. Dieselben reichen zwey Fufs in die Seitenmauern und ihr Anschlag ist 10 Zoll hoch. Die verschiedenen Werkstücke, woraus die Drempel *nn* bestehen, sind in einem Trafsbett gelegt und mittelst kupfernen in Bley eingegossenen 10 Zoll langen Krampen untereinander verbunden. An jedes Ende der Schleuse ist eine 27 Schuh lange und 13 bis 16 Zoll starke und aus drey Stücken ineinander gefugte Jochschwelle *py* von Werkstücken dergestalt gelegt, dafs ihre obere Seiten mit den zwey Stromlagen der Mauern wagrecht laufen. Der Raum zwischen der Schlag- und Jochschwelle, wie auch zwischen den beyden Schlagschwellen der Fluth- und Ebbethore ward mit einer Roll-

(*) Alles Mauerwerk wurde nach aussen vertical aufgeführt und die Strebepfeiler mit den Hauptmauern zugleich, welche erstern jedoch 2 Fufs niedriger als die letztern gemacht sind.

lage der besten Klinker, in Trafsmörtel, gemauert. Dann wurden die Seitenmauern, worin die Umläufe kamen, mit 8″ langen, 4″ breiten und 2″ dicken guten Ziegeln (mit Trafsmörtel) aufgeführt, wie es die Profile in Hinsicht der Dimensionen deutlich zeigen. So wie aber diese Mauern, die oben mit Werkstücken belegt sind, emporstiegen, wurde der hintere Raum zugleich mit Klayerde ausgefüllt. Endlich würden die Thore, welche des Holz- oder Seewurms wegen bis zur täglichen Fluthhöhe mit Kupfer beschlagen sind, eingehangen; auch wird das Sturzbett *S* zwischen den Flügelmauern angelegt, welches aus einem Faschinenwerk, Verzäunungen und Steinen besteht.

§. 183. Das äussere Fluththor dieser Schleuse ist 19 Fufs 3 Zoll hoch und jeder Flügel $14\frac{1}{2}$ Fufs breit. Die Wendesäule oder der Drehständer ist $20\frac{1}{2}$ Fufs lang und stark $\left.\begin{matrix} 11 \text{ bis } 16 \\ 12 — 18 \end{matrix}\right\}$ Zoll; er wurde auf 6 Zoll abgerundet. Die obern und untern Rahmstücke haben doppelte, die mittlern einfache Zapfen, durch welche drey $\frac{5}{4}$ zöllige eichene Nägel geschlagen sind. Alle Rahmstücke und Ständer müssen von aussen in einer Ebene liegen, damit die dreyzöllige Thorbeplankung darauf drey Zoll eingelassen werden könne, wie Fig. 8. 9. und 10. zeigen. Dieselbe wird nämlich mit 7 zölligen eisernen Nägel auf den Rahmen des Flügels befestigt. Waren die Thorflügel so vollendet, so wurden sie wohl getrocknet, mit Steinkohlen-Theer zweymahl getheert und die Fugen calfatert, dann aber mit warmem Pech übergossen, mit den Falsbändern und Zapfen versehen und eingehangen. Eben so wurden die übrigen Thorflügel gemacht. Die eisernen Stangen, welche an die kleinen Schütze kommen, sind 2 Zoll breit und $\frac{1}{2}$ Zoll dick.

Die Schleusenthore dieser Schleuse bestanden noch aus folgenden Theilen: *a*) Um die hintere und vordere Rahmstücke fest miteinander zu verbinden, wurden auf dieselben Fig. VIII. und XI. eiserne Bügel von 4 Schuh lang auf jeder Seite gelegt und mit drey, einen Zoll dicken, Nägeln befestigt. Sie waren 3 Zoll breit $\frac{1}{2}$

bis $\frac{3}{4}$ Zoll dick. *b*) Zur Verbindung mit dem untern Pfahlstück dient an jeder Seite ein eiserner Winkelhaken, wovon ein jeder Arm 6 Fuſs lang, breit 3 und dick $\frac{1}{2}$ Zoll war und mit 5 grossen Nägeln befestigt wurde. *c*) Auf den Mittelriegel *c* Fig. VIII. eines jeden Thors sind 4 doppelte Winkelhaken, 3 Fuſs lang und jeder Arm $1\frac{1}{2}$ Fuſs, breit 3 Zoll und dick $\frac{1}{2}$ Zoll, mit fünf eisernen Bolzen befestigt. *d*) In den äussern Ebbethoren sind auf das unter dem Rahmstück und dem Mittelriegel an der Stelle, wo die metallne Büchse liegt und in welcher Fig. XI. das Drehthor steht, an jeder Seite eine eiserne Platte von 3 Fuſs, breit 4 und dick $\frac{5}{8}$ Zoll, mit $\frac{5}{4}$ zölligen kupfernen Nägeln befestigt. *e*) Endlich kann noch an jedem Ende des Drehthors, an beyden Seiten ein eiserner Winkelhaken, wovon jeder Arm $1\frac{1}{2}$ Fuſs lang, breit 2 und dick $\frac{3}{4}$ Zoll ist. Jeder ward mit drey $\frac{3}{4}$ zölligen eisernen Bolzen befestigt.

An jedes Thor wurden in der Mauer zwey eiserne Zugstangen oder Bänder *ce* und *af* Fig. XIII., die vorne mit einem Oehr versehen sind, worin eine geschmiedete Oehse, $\frac{5}{4}$ Zoll im Durchmesser, eingelegt ward. Diese Stangen sind 6 Fuſs lang und 2 Zoll im Viereck stark; am Ende und ungefähr in der Mitte mit einem viereckigen Loch *d* geschmiedet, um die Queerstangen *g* von $1\frac{1}{4}$ Zoll dick und 2 Fuſs lang dadurch zu stecken.

Um jedes Thor ist ein halb zirkelrundes eisernes Halsband gelegt, wornach die Wendesäule *ae* Fig. XI. in *b* abgerundet ist. Dasselbe ist hoch 5, dick $1\frac{1}{2}$ Zoll. An jedes Ende ist daran ein doppeltes Oehr *ac* geschmiedet, welches die Anker *ce* und *af* fassen kann und mit einem $\frac{5}{4}$ Zoll weiten Loche durchbohrt ist, um mit $\frac{5}{4}$ zölligen Bolzen an die Anker geschlossen werden zu können. Jeder untere convex geformte runde metallene Zapfen der Thorflügel *gha* Fig. XII. steht in einer metallenen Pfanne *dcbe*, die einen convexen Boden *cb* hat. An dem Drehständer *z* eines Drehthors Fig. XI. sind überdieſs zwey metallene Pfannen, welche zwey Ribben haben und die gleichfalls inwendig convex, in der Mitte einen an den Enden $\frac{1}{2}$ Zoll dick sind, angebracht.

Wie aber die kleinen Schütze in dem Thore angebracht; und die Ebbethore, so wie die Erdewinden — mittelst welchen und eines an einer Stange geknüpften Seils die Thore aufgewunden werden — construirt sind: dies zeigen die Figuren x., xiv. und xv.

Um die beyden Flügelmauern gegen das Anfahren der Schiffe zu schützen, so hat man vor jeder derselben, unter gleicher Vertheilung, 6 eichene Stützpfähle am Kopf 8 und 10 Zoll und unten nicht weniger als 6 und 8 Zoll stark, so lange gemacht, dafs sie mit der obern Kante der Mauer gleich und wenigstens 8 Fufs in den Grund kommen, eingerammt. Vor diesen Pfählen sind eichene Gurtunghölzer *mn* Fig. iv. 6 und 12 Zoll stark gelegt, die von unten schief abgearbeitet, mit eisernen Bolzen an die Pfähle befestigt wurden. Und um die Stützpfähle gegen die Mauer anzuhalten, hat man in die Flügelmauern 3 eiserne Stäbe $1\frac{1}{2}$ Zoll stark und lang $4\frac{1}{2}$ Fufs eingemauert; an das Ende dieser Stäbe ein Viereck geschmiedet, wodurch ein 1 Zoll dicker Spliefs gesteckt ward.

Zum Schutz der inneren Flügelmauern ist unterhalb *A* Fig. iv. eine horizontal liegende Holzwand auf zwo, vermittelst eiserner Stangen an die Mauern vertical angebrachten Hölzer, genagelt worden.

§. 184. *Die Art und Weise, wie die Mauern, insonderheit die Ziegelmauern aufzuführen sind*, mufs nothwendig der in den letzten §. §. abgehandelten Materie folgen. Ohne daher hier auf die Güte der Steine Rücksicht zu nehmen, weil vorausgesetzt wird, dafs man sich zu Schleusenmauern nur gut gebrannter Ziegel; fester Werkstücke und Bruchsteine bedienen darf, will ich zuförderst folgende allgemeine Regeln geben.

1.) Eine jede Schleusen- oder Kaymauer mufs — nach dem mit Latten und der Schnur abgezeichneten Besteck dergestalt, und wo möglich von einerley Materiale, aufgeführt werden: so dafs dieselbe horizontal mit ihrem ganzen Körper emporsteigt, weswegen die Maurer an beyden Seiten der Mauer angestellt

werden sollten. Hieraus entsteht der Vortheil: dafs das Mauerwerk gleichförmig auf das Fundament druckt und sich setzt. 2.) Damit die Bindung des Mörtels bewirkt werde: so mufs eine jede horizontale - Mauerschicht nicht viele Tage über unvollendet bleiben. Wo sich diese Vorschrift nicht bewerkstelligen läfst, mufs das unterbrochene Stück, welches an der Erde stuffenweise abgebrochen wird, ehe die Arbeit von Neuem angeht, von Staub wohl gesäubert und mit Wasser abgesprengt werden; wenn man es vorher beym Aufhören der Arbeit mit Stroh bedeckt hatte, damit die obern Lagen gegen die Sonne; den Regen und Frost geschützt bleiben, d. i. der Mörtel entweder nicht zu schnell trockne oder ausfriere. 3.) Jeder Ziegel mufs beym Vermauren von Staub gesäubert und wenig benäfst werden: damit die äussern Pori des Steins den Mörtel einnehmen. Mehr als Ziegel mufs man aber die Bruchsteine anfeuchten. 4.) Nach der äufsern Seite mufs die Mauer so eben und regelmäfsig als möglich und mit Hülfe des Bleyloths genau und vertical aufgeführt werden. In dieser Hinsicht sowohl, als wegen der Dauer mufs man dazu die befsten und regelmäfsigsten Steine wählen. 5.) Auch müssen die Verticalen - oder Stofsfugen bey allem Mauerwerk niemahls auf einander treffen. Nachahmungswerth ist, — bey gewissen Fällen die Construction des Kays von Pelletier und l'Horloge zu Paris 3. B. S. 253. und die Seitenmauern von den Schleusen auf dem Canal von Languedoc Tab. 77. Fig. 1. 2. 6.) Die Ecken an den Mauern mufs man so viel als möglich vermeiden und die Schmiegungen abrunden, dazu werden dann die Werkstücke behauen oder die Ziegel in eigends in dieser Hinsicht gemachten Formen gebrannt. 7.) Da eine zwischen zwo Steinen geworfene *dicke* Mörtellage eine dauerhafte Mauer nicht! wohl aber ein schlechtes Ansehn, geben: so mufs nur so viel Mörtel genommen werden, als zur Bindung der Steine nothwendig ist: denn es darf ein Mauer- und Bruchstein den andern nicht unmittelbar berühren, sondern es mufs der Zwischenraum aus einer Mörtellage bestehn. Schwere Werkstücke und Quadern hingegen können;

wenn sie gut bearbeitet sind — ohne Mörtel auf einander gelegt werden; wie wir dies in den alten Monumenten häufig antreffen. 8.) Große Steine müssen, ehe man sie legt, über ein Lager von Moos, Stroh oder Walzen u. d. gl. rollen, oder besser mit Hebmaschinen in das für sie bestimmte Mörtellager (Siehe 5ter Abs. 6te Abth.) gelegt werden, damit sie nicht die mit Fleiſs bearbeitete Form verlieren, d. i. abgestoſsen werden, und das Mörtelbett nicht quetschen, d. i. den Mörtel auf eine Stelle nicht anhäufen, auf der andern Stelle aber auch nicht von den untern Steinen abreiben. 9.) Es muſs der Mörtel zu Mauern aus Werkstücken feiner als zu den Ziegelmauern, und dieser feiner als zu Bruchsteinmauern seyn, damit derselbe in die Pori der Steine eindringt d. i. die Steine miteinander gut verbinde.

In Holland und Italien, wo unstreitig die Ziegelmauern zum beſsten (in Europa) gemacht werden, nehmen die Mauerfugen $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{6}$ Pariser Zoll ein. (*) Ja ich habe in Venedig und Vicenza von Palladio Gebäude gesehen, woran die Säulen aus Ziegel bestanden, in denen die Mörtelfugen kaum $\frac{1}{10}$ eines Zolles hatten. Diese Säulen sind mit eigends dazu gebrannten Ziegeln (Trevisanischen Ziegeln) vortrefflich gemauert und von aussen abgeschliffen. Ein Drittheil Zoll sollten die Ziegel-Mauerfugen, selbst beym beſsten Mörtel der wenig vom Froste leidet — niemahls übertreffen. Bey Bruchsteinmauern können sie etwas stärker und bey Werkstücken schwächer seyn. Um des Mörtels aber wenig zu gebrauchen, müssen die Lagen mit der Schrottwage richtig abgewogen werden: denn sonst ist die Ausführung dieser Vorschrift unthunlich, noch sind die Ruhefugen horizontal zu halten. 10.) Welche Steingattung jedoch gebraucht wird, so muſs jeder Stein in ein Mörtellager eingedruckt, aber nicht hin und her ge-

(*) Es versteht sich, daſs beym Vermauern der Steine immer so viel Mörtel als die Steinpori einnehmen mehr auf die untere Steinlage ausgebreitet werden muſs, um jene Dicke der Mörtellage zu erhalten.

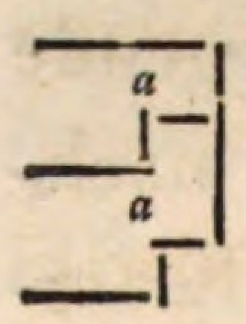
schoben oder auf den Stein stark geklopft werden; damit unter demselben keine Höhlungen entstehen. Zu den Stoſsfugen, so wie in den horizontalen Fugen der äuſsern Wände muſs man den Mörtel sorgfältig mittelst der Mauerkelle einwerfen und einstreichen; wozu ein etwas steifer Mörtel gebraucht wird. Zuweilen bedient man sich dazu auch eines Kittes. Dies geschieht bey jeder Tagarbeit vor dem Feyerabend, damit der äuſsere Mörtel sich mit dem innern, noch feuchten, gut verbinde. Dieses Verfahren muſs aber so oft wiederholt werden, bis man gar keine Ritzen oder offne Stellen in den Stoſsfugen entdeckt. 11.) Alles Mauerwerk, welches entweder stets im Wasser bleibt oder oftmahls davon benetzt wird, muſs mit Cement-Mörtel (Siehe 1ter Abs.) gemauert werden: wenn man sich nämlich des Mörtels dazu bedient. Da es nothwendig ist: daſs der Mörtel vor dem Eintritt des Frostes trockne, so muſs im Herbst nur so lange gemauert werden: wie dieses Trocknen geschehen kann. 12.) Man muſs auch die Mauern der Wassergebäude aller Art nicht früher anfangen, bis nicht eine hinreichende Anzahl von Materialien vorräthig ist, um entweder das Gemäuer zu vollenden oder doch so lange ohne Einhalt arbeiten zu können, bis mehreres Material beygeschaft ist. Also muſs man vor das Behauen der Werkstücke und ihren Transport zur gehörigen Zeit sorgen und nichts dem Ohngefähr überlassen; welches oftmahls geschieht. 13.) Es dürfen auch die Mauern nicht eher begonnen werden, bis der untere Theil oder das Fundament sich gesetzt hat. Eine nachtheilige Folge von dem Nichtbefolgen dieser Vorschrift, ist bey dem Meerdamm vor Toulon eingetreten 3. B. S. 213. 14.) Bey den Mauern muſs die obere und untere Fläche eines jeden Steins parallel laufen und der Stein muſs im Winkel an fünf Seiten glatt gearbeitet; an der hintern aber, wegen der beſsern Verbindung mit dem Bruchstein-Gemäuer rauh belassen werden. 15.) Den Mauern von Werkstücken, wie man auch die Steine behauen mag, kann man keine festere und dauerhaftere Construction geben, als wenn in jedes Werkstück, oder in einigen, eine

6 bis 9 Zoll im Quadrat grofse Vertiefung ausgehauen und in zwo neben- oder aufeinander kommenden Werkstücken, in solche zwo Vertiefungen ein steinerner Cubus, von harten Steinen (in Mörtel) eingesetzt wird; welche Cubicdollen genannt werden. Eine Construction die im 3ten B. S. 338. und 339. deutlich beschrieben ist und worauf ich der Kürze wegen verweise. Wegen der Solidität, welche diese Verbindung gibt, habe ich sie auch zur Ausführung des vor Triest in der Rhede nach meinem Plan S. 24. anzulegenden Meerdammes und des daselbst zu errichtenden Leuchtthurms vorgeschlagen. Zu Schleusen und Wehrböden ist diese Construction gleichfalls anwendbar und wenn in dem obern Stein bis zum viereckigen Loch hinab eine kleine Oeffnung gehauen wird: so läfst man den Mörtel in dies Loch hinein, um auch den kleinsten Raum, der zwischen dem Dollen und dem Steinloch entstehen könnte, auszufüllen. Auch ist die daselbst erklärte und beym Bau des Leuchtthurms auf Edystone angewendete Methode in zwey aufeinander liegende Steinlagen eine eiserne Kette einzulassen, merkwürdig und nachahmungswerth. Beyde Verbindungen machen die eisernen Klammern gänzlich unnöthig. Vorzüglich ist die erstere Methode bey denjenigen Steinlagen, zwischen denen die Schleusen-Thoranker eingelegt werden und bey den obern Steinlagen eines Meerdammes nützlich. Es können auch in den Stofsfugen der Steine hölzerne Keile eingetrieben werden, um bey diesen das Verschieben zu hindern: wie dies im 3ten Bande S. 346 und 347. gezeigt ist.

16.) Bey denjenigen Mauern von Werkstücken, welche dem Angriffe des Wassers und Eises sehr blos gestellt und nicht sehr dick sind, mögen sowohl die Stofsfugen (*) als auch die Ruhefugen nicht aufeinander treffen, um das Verschieben der Steinlagen gänzlich zu verhindern. Diese Construction habe ich bey den zwo neuesten Schleusen in Havre aufs trefflichste ausgeführt gefunden,

(*) Bey allem Mauerwerk müssen die Stofsfugen nicht aufeinander fallen, sondern Stein auf Fuge kommen.

wie Fig. 4. Tab. 70. zeigt. Es liegen nämlich die Steinlagen 6, 4 u. s. w. Fig. 8. 9 u. 10. neun bis zwölf Zoll tiefer als die in 5. 7. angezeigten. Gegen das Aufliegen des Schleusenbodens hat man diese Steine noch keilförmig gemacht, Fig. 11 und 12. Freylich ist eine solche Construction kostbar, denn ausserdem, daſs die Steine sehr genau zugehauen werden, muſs man das Werkstück zur Probe in sein Lager einlassen, dann heraus heben und jetzt erst die Seitensteine, an die es gelegt wird, so wie die untern Steine mit Mörtel bewerfen. Zum beſsten ist es aber, stets die Steine mit Hebmaschinen in ihr Lager zu legen. Wo diese aber fehlen, muſs man sie auf Walzen, die vor ihr Lager gelegt werden, dergestalt walzen, daſs sie nur erst auf das Mörtelbett heruntergelassen werden, wenn sie vollkommen über dasselbe hinliegen. Wer diese Vorsicht mittelst Walzen, Keile und Brechstangen verabsäumt, quetscht das Mörtellager, schiebt dasselbe zusammen und so liegt das Werkstück hie und da hohl. Diese Methoden machen die von



einem Französischen Ingenieur vorgeschlagene Construction, die Belidor §. 343 anführt und wonach die Ruhefugen vorne in *a a* so aussehn sollen, unnöthig.

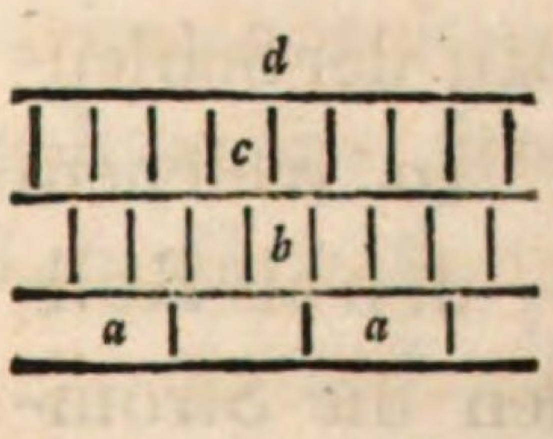
Die Dollen, von denen vorher in N$^{ro.}$ 15. erwähnt worden, sind vorzugsweise bey der Einsetzung des massiven Schleusendrempels zu empfehlen, weil sie die längste Dauer versprechen, denn es ist fast unmöglich, daſs dieselben brechen, mithin eine Verschiebung der Steine zulassen! Bey Leuchtthürmen und Brückenpfeilern kann man die Verbindung mittelst Schwalbenschwänzen oder Verzahnungen, Tab. 53. noch verstärken. 17.) Die Decklagen der Schleusenmauern anbetreffend, so ist die im 3. B. S. 248. mitgetheilte Eintheilung musterhaft. Sie kann daher in den mehresten Fällen angewendet werden. Bey Ziegelmauern ist aber stets eine *Rollage* zu machen. 18.) Wie die Werkstücke mit Bruchstein, Wacken oder Ziegelmäuer zu verbinden sind, dies zeigen die Figuren 6. 7. 16. 17. und 21. Tab. 57. deutlich. Wobey nur noch anzumerken ist, daſs man die Bruchsteine, Wacken oder groſse Kiesel nicht auf ihre flachste Seite, son-

dern wo möglich auf die hohe Kante legen und weder zu viel noch zu wenig Mörtel zwischen den Steinen verbrauchen müsse, sondern gerade so viel, dafs die Oberflächen der Steine vom Mörtel hinreichend durchdrungen und etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll Mörtellage zwischen den Bruchsteinlagen bleibt.

§. 185. Die verschiedene *Lege-Art* der Steine, insonderheit der Ziegel, das ist der sogenannte *Mauer-Verband* läfst sich nicht erklären, ehe man die in dieser Hinsicht den Steinen gegebene Benennungen weifs; welche ich daher hier anführen mufs.

1.) *Breitziegel* ▭ sind diejenigen Steine, welche in der vordern Mauerwand, der Länge nach ihr schmales oder mittleres Feld zeigen. *Kopfziegel* ▭ heifsen solche, deren kleinstes Feld vorne gekehrt ist. Bey den Werkstückmauern nennt man jene *Läufer* und diese *Binder* oder *Strecker*. So nennen auch einige die mit Breitziegel gemachten Schichten *Laufschichten* (Breitziegel-Schichten) und die mit Kopfziegel gelegten — *Streckschichten*. Eine auf das schmalste und längste Feld gelegte Steinschicht (||||||) heifst eine *Rollage* oder *Rollschicht*.

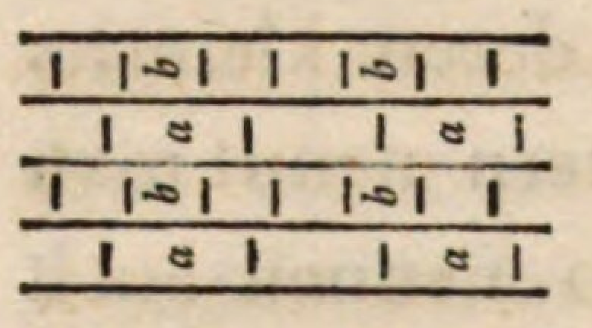
§. 186. In der äusseren Wand einer Mauer sind die Breitziegel-Schichten nicht so gut als die Streck- oder Kopfziegel-Schichten *a*) weil die Breitziegel nicht so weit in die Mauer gehn, als die Kopfziegel, mithin aus der Mauer leichter herausgebrochen werden können. *b*) Weil der Mörtel aus den eine geringe Tiefe habenden Fugen der Laufschichten eher, als aus den tiefern Fugen der Streckschichten herausfallen kann. Dieses letztere ereignet sich insonderheit bey Schleusen, wenn sie noch im späten Herbst zur Durchschleusung der Schiffe gebraucht werden.



§. 187. Wird hinter einer Breitziegellage *aa* mit Kopfziegeln *bc* gemauert, so nennen einige diese horizontale Schichte gleichfalls Laufschicht, weil die Läufer vorne in der Mauer liegen. Dieselbe kann auf zweyerley Art gelegt werden: nämlich 1.) so dafs eine Queerfuge die andere trifft, oder dafs Fuge auf Stein kömmt; welches die beste Methode ist, weil sie einen abwech-

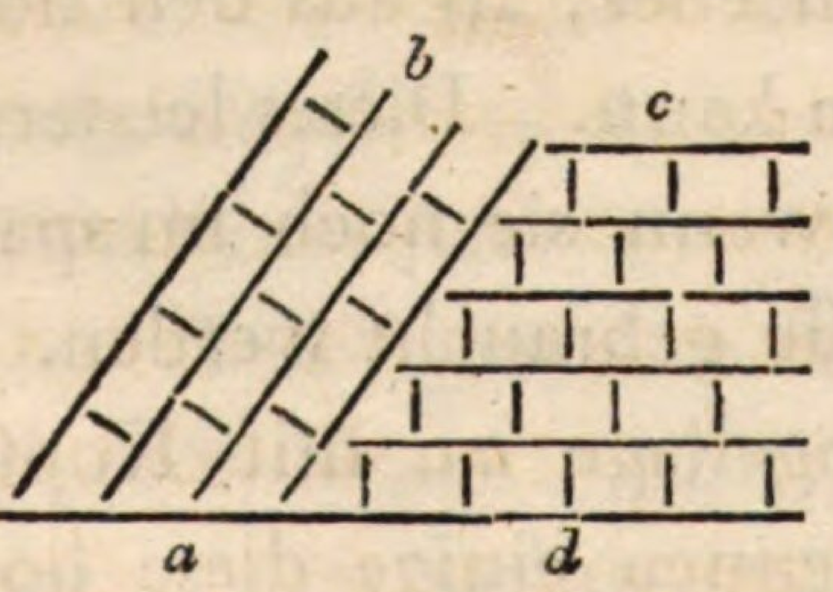
selnden Verband abgiebt. Sie wird daher in Holland häufig in Ausübung gebracht; wozu man sich im Innern der Mauer kleinerer Steine bedient. Ein anderes ist es mit den Horizontal- oder Ruhefugen: diese mögen bey Ziegelmauern durch die ganze Mauer durchlaufen, hingegen bey Werkstücken, insonderheit in dem Boden der Schleuse und Wehre dergestalt wechseln, daſs einige der Queere durchgehende Steinlage gesenkt sind; die andern höher stehn; wie dies im vorigen §. und in mehreren Stellen erklärt ist.

§. 188. Wenn man mit den Breitziegeln *a* und Kopfziegeln *b* lagenweise abwechselt: so heiſst dies ein *Kreuz-Verband*, darin stehen die Stoſsfugen der ersten, fünften und neunten und der zweyten, vierten und sechsten Lage vertical übereinander.



Der Kreuz-Verband ist in Holland bey den Schleusen der gewöhnlichste. Dabey ist auch im Innern des Gemäuers mit den Ziegeln abgewechselt. Es sind nämlich zwey kleinere Ziegel (drey Quartierstücke) nebeneinander in Lauflagen und zu den Seiten Kopfziegel gelegt, wie Fig. 2. Tab. 75. zeigt.

§. 189. Zu dem künstlich zu bearbeitenden Ziegelgemäuer muſs vorzüglich das netzförmige Mauerwerk oder die Stromlagen gezählt werden. Dasselbe kommt dem Recticulatum der alten zum nächsten. Die Stromlage *ab*, welche in der vordern Wand einer Mauer angebracht ist, macht nämlich mit den innern Kopfziegeln *cd* einen Winkel von 45 Grad. Derselben bedient man sich vorzüglich in dem Grundbau der Schleusen und zur Bedeckung schräg gehender Mauern.



In welchem letztern Fall auch die Ziegel auf die schmälste Seite, d. i. als Rollziegel gesetzt werden (Tab. 74.). Zuweilen werden die Stromlagen auch mit Breitziegeln gemacht, wie bey der Scarpe der Schleuse bey Klein-Schaardamm Tab. 72. Fig. 3. geschehen ist. Dazu

werden die untern und obern Ziegel von dem Maurer in der Hand abgehauen.

§. 189. Was aber das Fahrwerk eines Schleusenbodens anbetrifft, so kann dasselbe zum besten aus Rolllagen bestehen, welche ganz durchgehen. Sowohl zu diesen als zu jenen müssen die besten Ziegel ausgewählt, weil sie, wie gesagt, entweder im Fundamente oder zur Bedeckung des Gemäuers gebraucht werden.

§. 190. Werden die Mauern nur $1\frac{1}{2}$ Stein dick, so kömmt in der vordern Wand eine Kopfziegel- oder Streckschicht und hinter derselben eine Laufschicht. Damit aber die Stoſsfugen wechseln, wird die zwote Schicht, abwechselnd, mit einem wirklich halben Stein angefangen.

§. 191. Da zu den Wasserbauwerken, so viel als möglich die Lauf- oder Breitziegelschichten zu vermeiden sind: so taugt dazu der sogenannte *Block-Verband* nicht. Darin besteht nämlich die erste Lage aus einer Kopfschichte und die zweyte Lage fängt mit zwey nebeneinander gelegten Breitziegeln an; die Stoſsfugen der nächsten Lagen treffen ebenfalls nicht übereinander.

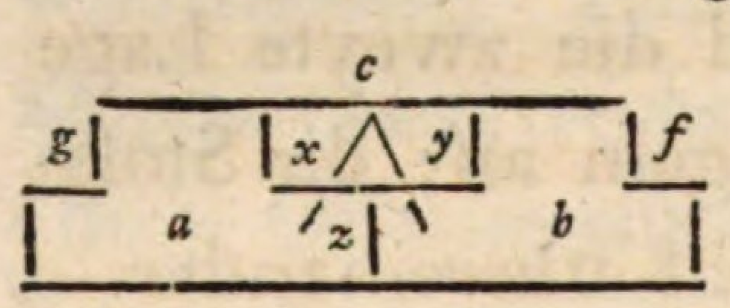
§. 192. Ist nun die Frage, ob man von der bestimmten Dicke der Mauern lieber, je nachdem es die Gröſse der Steine erheischt, abbrechen, oder einen schlechten Mauerband wählen solle, um nur mit den Steinen die angenommene Dicke der Mauer herauszubringen? Ich meines Orts würde das erstere Verfahren dem letztern vorziehn.

Uebrigens sind Schleusen aus *gut gebrannten Ziegeln* dauerhafter als aus den gewöhnlichen Werkstücken aufgeführte. Hierüber sind mehrere Schleusen in Holland, die fünfhundert Jahre stehn, ein Beweis. Ja, schon im Alterthum zog man die Ziegelmauern denen aus Werkstücken gemachten vor. Vitruv. Lib. II. c. 8.

§. 193. *Die Construction der hölzernen Schleusen anbetreffend*: so werde ich davon nur in der Kürze handeln dürfen. Da ihr Grundbau mit dem der massiven Schleusen vieles gemein hat,

wiewohl er nicht so stark gemacht werden darf, weil auf ihn nur leichte Holzwände drücken. Für dessen Dichtigkeit mufs indessen, wo der Grund es nothwendig macht, mit Spundwänden und Grundpfählen gesorgt werden. Auch mufs man auf lockern Boden die Rostfelder ausmauern, dann einen Balken und darüber einen Plankenboden legen; wenigstens ist der letzte immer nothwendig. Selten mag man sich aber mit dem Ausstampfen der Rostfelder mit Thon und Erde und *blos einem* Plankenboden begnügen.

Die Seitenwände dürfen kein Wasser durchlassen; es müssen dieselben daher aus Balken bestehn, welche man entweder vertical nebeneinander stellt, oder horizontal aufeinander legt. Fig. 1. Tab. 89. In diesem Fall erheischt jedoch die Solidität einer Schleuse *a*) dafs die horizontal liegenden 4 bis 6 Zoll dick und 12 bis 16 Zoll breit gemacht werden. Damit das Wasser zwischen den Fugen nicht eindringe: so schneide man aus je



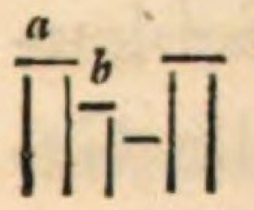
zwo aneinander stofsende Planken *a* und *b* die Felder *f* und *g* aus und darin eine 2 bis 3 Zoll starke Deckplanke *c*, welche mit zwey 2 Zoll starken hölzernen Nägeln *xy* auf die Planken *a* und *b*, nachdem der Ausschnitt mit Pech begossen und die Fuge *z* calfatert ist, befestigt werden. Nachher wird der ganze Boden calfatert und mit warmem Theer übergossen. Ueber diesen aber kommen Queerschwellen *ff* zu liegen.

Damit aber die stehenden Hölzer *c*, Fig. 72. oder *ab* Fig. 53. stets ihren verticalen Stand behalten: so mufs man entweder Anker *dd* Fig. 72. oder Krummhölzer *cc* Fig. 53. anbringen, welche letztere die Form des Schiffrumpfes haben mögen. Eine Maafsregel, die, wiewohl nachahmungswerth, meines Wissens, nirgends als in Holland bey denjenigen Schleusen, welche die Communicationen zwischen den hoch liegenden Haupt-Canälen und den niedrig liegenden Binnen-Canälen ausmachen; von den Holländern Vertaate genannt, in Anwendung gekommen ist. Auch die Seitenwände müssen calfatert und sowohl auswendig

als inwendig mit Schiffstheer überstrichen werden, um der Fäulniſs zu widerstehn.

§. 194. Solche hölzerne Schleusen bedürfen gewöhnlich nur drey Reihen Grundpfähle *ghi* Fig. 3. und 54.; in dem Fall, wenn der Boden mittelmäſsig feste ist, so sind drey Queerspundwände *ABC* hinreichend und man hat nicht nöthig, mit solchen Wänden die Schleuse zu umgeben. Wie aber der Schleusendrempel *klm* gezimmert und mit den Queerschwellen verbunden wird, dies zeigen Fig. 52. und 53. Die Construction der Seitenwände ist in Fig. 1. dargestellt.

Ist der Boden aber ein schlechter Baugrund, so müssen nicht nur mehrere Queerspundwände Fig. 72. *efghi* und *k* geschlagen werden, sondern der Schleusenboden mag aus einem einfachen, ja wohl gar aus einem doppelten Balkenboden *lm* bestehen, die Balken sind alsdann Queerschwellen und haben zwischen sich einen 3 bis 4 Zoll dicken Plankenboden, der calfatert werden muſs. Ueberhaupt sind alle solche Planken- und Balkenböden, so wie die Seitenwände, welche an vertical dicht aneinander stehenden oder aus horizontal aufeinander liegenden Hölzern gemacht werden, zu calfatern und mit heiſsem Schiffstheer zu überstreichen, damit die Fugen kein Wasser einnehmen und das Holz der Fäulniſs widerstehe. Kurz der Schleusenkörper muſs so dicht als möglich gemacht werden; in welcher Hinsicht die bey Emden gebaute Schleuse Fig. 70. 71. und 72. Tab. 89. ein wahres Muster abgiebt. Die horizontal liegenden Planken oder Balken sind auch zu diesem Behuf dergestalt aneinander zu stoſsen,



daſs sie keine durchlaufende Fuge machen, sondern die eine Planke *a* weiter als die nächst an sie stoſsende *b* vorsteht.

§. 195. Zum Beschluſs dieser Materie will ich noch einiges über die Schleusenthore und ihr Zugehör sagen.

1.) Jedes Schleusenthor muſs so stark seyn, daſs es dem Druck des Wassers widersteht; 2.) So leicht als möglich geöffnet und geschlossen werden können; 3.) Es muſs dichte seyn und bey den Anschlagständern fast kein Wasser durchlassen.

§. 196. Wenn man die Construction der vorhandenen Schleusenthore mit einiger Aufmerksamkeit betrachtet, so fällt die dabey obwaltende Verschiedenheit sehr auf; an einigen hat man viele Queerstreben und Riegel angebracht, wo doch bey andern die erstern gänzlich fehlen und der letztern nur wenige angetroffen werden (*). Dafs dieselben unnöthig sind, zeigt also, selbst bey den gröfsten Schleusen, die Erfahrung! Aus dieser entstehn in Hinsicht der Stärke und Entfernung derer Hölzer, woraus die Schleusenthore zusammen gesetzt werden, folgende Regeln. *a*) Die Wendesäule erhalte 14 Linien zum Deichwasser auf jeden Schuh, den der gesammte Flügel breit ist. *b*) Die Anschlagschwelle sey $\frac{1}{20}$ und der obere Riegel $\frac{1}{15}$, die übrigen Riegel $\frac{1}{10}$ kleiner. *c*) Diese letzten mögen folgendermafsen auseinander zu stehn kommen: der erste Riegel von der Anschlagschwelle 30 Zoll und die übrigen Riegel, je nach der Gröfse des Flügels und der Austheilung der Riegelfelder 6 bis 18 Zoll weiter auseinander, je näher die Felder dem obern Rahmstücke stehn, wie dies das Schleusenthor von der Schleuse de la Barre zu Havre Fig. 63. Tab. 89. zeigt, desto gröfser sey der Abstand dieser Riegelhölzer. *d*) Da man den Schleusendrempeln $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ der Schleusenbreite zum Vorsprunge giebt, so werden die zwo Anschlageständer dergestalt abgekantet, dafs sie genau aneinander passen. *e*) Dieses Abkanten mufs aber erst alsdann vollendet werden, wenn die Thore eingehangen sind. *f*) Das Gerippe eines Schleusenthors wird nach Aussen mit schräge stehenden Bohlen, die mit der Wendesäule einen Winkel von 36 Grad machen, beschlagen. Dieselben haben je nach der Gröfse des Schleusenthors eine Dicke von 1 bis $2\frac{1}{4}$ Zoll. Sie müssen in das Gerippe etwas eingelassen, und ihre Fugen gut calfatert werden.

(*) Bey mehreren Schleusenthoren sind die Streben sogar auf die Riegel gesetzt, wodurch das Thor vorne übersackt. Eine Construction, die Fig. 64. Tab. 89. zeigt. Eben so nachtheilig ist das Holzgerippe der Thore an der Muyder-Schleuse gemacht.

g) Die hölzernen Nägel, welche man zu den Schleusenthoren gebraucht, werden in Schiffspech eingetaucht, in Oehl gesotten oder mit in Oehl getränktes Werch umwickelt, damit sie kein Wasser durchlassen. Die Bekleidung sehr grofser Thore wird auch wohl aus doppelten Planken gemacht, wo denn die obern, aber etwas schwächern, die Fugen der untern bedecken. Beyde müssen jedoch gut getheert seyn (*) und zwischen die zwo Decken wird Moos oder Werch gelegt, wozu man auch in Oehl getauchte Baumwolle gebrauchen könnte.

§. 197. Zur Stabilität und zum leichten Oeffnen und Verschliefsen der Schleusenthore, mufs man so viel als möglich ihre Last auf den Zapfen der Wendesäule zu bringen suchen. Diese Absicht wird bey kleinen Schleusenthoren erreicht, wenn man denselben Drehbäume giebt, wie an den Schleusen der Canäle von Languedoc und Bourgogne Tab. 77. Fig. IV. V. VI. und IX. geschehen ist und deren über der Wendesäule hinausliegendes Ende um die Hälfte oder $\frac{2}{3}$ die Breite des Thors übertreffen mag. Eine Einrichtung, welche daher fast bey allen Canalschleusen die vortheilhafteste ist. Bey grofsen Schleusenthoren bedient man sich zu diesem Behuf zweyer an dem Anschlageständer und der Wendesäule angebrachter eiserner 3 Zoll starker Zugstreben *ai* Fig. 9. und 63. Tab. 89. Dieselben verhindern zugleich das Uebersacken des Thores. Laufrollen *p* Fig. 9. die aus Metall bestehn und kugelrund, nicht aber walzenförmig, 3 bis 5 Zoll dick gemacht werden, um sich besser zu wenden, gehn auf metallenen Quadranten. Sie sind etwa 13 bis 18 Pfund schwer, kostbar und nur in Nothfällen bey den gröfsten Thoren zu gebrauchen. Die Solidität des Thors und das leichte Manövre wird auch durch die Anbringung einer gezahnten Stange *ab* Fig. 38. sehr beför-

(*) Der ausserhalb dem Wasser stehende Theil des Thors wird zuweilen mit kochendem Oehl angestrichen. Alle drey Jahre müssen die Thore und das Holzwerk einer Schleuse von neuem angestrichen werden, wenn es 20 bis 30 Jahre brauchbar bleiben soll.

dert und daher die oben beschriebene Methode bey grofsen Schleusen vorzüglich anwendbar.

§. 198. Soll nun ein Thor nicht die ihm anfänglich gegebene Richtung verliehren, so leicht als möglich geschlossen und geöffnet werden und sollen die Anschlagständer dicht aneinander schliefsen; so mufs letzterer, so wie die Wendesäule vollkommen vertical stehn. Es ist daher eine nie zu verabsäumende praktische Vorsicht, dafs man blos die mit ihrer Armatur versehene Wendesäule auf diejenige Stelle, welche sie einnehmen soll, einpasse, d. i. bevor sie mit dem übrigen Holzwerk des Flügels verbunden wird. Der Mittelpunct der Pfanne mufs also mit dem Mittelpunct des Halses der Wendesäule in eine Verticallinie fallen. Diesen verticalen Stand mufs die Wendesäule stets behalten, weil sonst der Flügel sich überneigen würde. Sie mufs daher sowohl oben als unten dergestalt befestigt werden, dafs sie nicht übersacke, d. i. aus dem verticalen Stand komme. Unten endigt die Wendesäule mit einem Zapfen, der $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so dick, als dieselbe stark ist, seyn mag und dessen Länge $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ seiner Breite, öfters auch mehr, beträgt. Der Zapfen mufs mit einer 2 bis 10 Linien dicken convex geformten metallenen Platte beschlagen seyn und die Pfanne erhält eine 2 bis 6 Linien dickere so geformte Platte, damit die Reibung vermindert wird. Bey kleinen Schleusen mag dieser Beschlag auch aus Eisen bestehn, bey grofsen aus $\frac{1}{12}$ Zinn und $\frac{11}{12}$ gutem Kupfer. Wie man dergleichen mit Blättern versehene Zapfen und Pfannen und wie man die Wendesäule mit dem Zapfen verbindet, dies zeigen folgende Figuren: 4. 5. 6. 12. 14. 17. Tab. 89. XI. XII. XVI. XVII. Tab. 77. und Fig. XII. Tab. 78. Zum verticalen Stand der Wendesäule wird diese noch oberhalb des Rahmstücks mit einem metallenen Thorbande umgeben, dessen Dicke $1\frac{1}{3}$ bis 3 Zoll und dessen Höhe 6 bis 12 Zoll, je nach der Gröfse des Flügels, beträgt. Damit aber die Reibung des Halses der Wendesäule, welcher in ihr eingeschnitten wird, an dem Halsbande so geringe als möglich sey; so wird dieser Hals auf 3 Zoll Abstand mit metallnen oder

eisernen Schienen belegt und das Thorband an der innern Seite etwas convex geformt. Begreiflich mufs dieser Halsband aber unverrückbar seyn, folglich Anker haben, welche in die Schleusenmauern so weit hineingehn, damit sie nicht verrückt werden können. Um aber den Thorflügel so oft es nöthig ist, abzunehmen, ohne die Anker *hd* und *bg* Fig. 13. Tab. 89. zu bewegen, so mufs das Halsband in *a* und *b* Wirbelknöpfe erhalten. Dieser Ursache wegen sind die sich in einem Puncte vereinigten Anker Tab. 77. Fig. x. und xiv, welche das Halsband entbehrlich machen, nicht so gut, zumahl sie die Wendesäule schwächen. Bey Schleusenthoren von mittler und geringer Gröfse sind zwey Zugstangen oder Anker Fig. 13. Tab. 78. und 89. zur Haltung eines Thorflügels hinreichend, die eine Länge von 3 bis 6 Schuh haben. Bey den grofsen Schleusen bedarf man hingegen drey Anker; Fig. 75. Tab. 89. sind die zu der Schleuse de Communication zu Havre gehörigen und aus Eisen bestehenden; die an ihrer Wurzel aber an Metall mittelst der Schrauben *oo* befestigt sind. Diese Anker mögen gegen die Wendesäule zu etwas höher als am Ende liegen, damit sie um so weniger sich biegen. Dafs sie übrigens mit aller möglichen Sorgfalt gelegt werden müssen, versteht sich von selbst. Andere Anker hat man wie Fig. 68. gemacht und ihnen eine Länge von 16 Schuh und darüber gegeben; welche Länge unnöthig und übertrieben ist.

§. 199. Die Zusammenfügung des Gerippes eines Thorflügels anbetreffend: so ist es bey kleinen Flügeln hinreichend, wenn das obere Rahmstück und die Schlagschwelle mit den zwo Ständern, mittelst eiserner, durch Schrauben befestigter Winkelbänder verbunden werden. Grofse Flügel hingegen erfordern schon mehrere Vorsicht und dabey mag man die in Fig. 9. Tab. 89. vorgestellten Bänder *ef* anbringen und mit Schrauben, die immer den Kopfnägeln vorzuziehen sind, befestigen. Uebrigens müssen die Riegel nicht tief in die zwo Ständer eingelassen werden, um diese nicht zu schwächen. Die Eisenbeschläge mögen 2 bis $4\frac{1}{2}$ Zoll hoch und $3\frac{1}{2}$ bis 12 Linien dick

seyn. Ehe man dieselben anbringt, müssen sie warm gemacht und mit Leinöhl bestrichen werden. Das Holzwerk mufs aber zuvor gut getheert seyn.

§. 200. Die in die Thorflügeln kommenden Aufziehschütze müssen so breit und niedrig als möglich gemacht werden, um den dadurch stürzenden Strom nicht zu hoch fallen zu lassen und die Schleusensohle, so wie den Vorboden vom Schlamm rein zu halten. Das Schützbrett mufs in hinreichend grofsen Falzen gehn und an die Beplankung des Thorflügels nicht anstreifsen. Wird in jedem Flügel ein Schütz angebracht, so ist es gut, die Oeffnung den Anschlageständern nahe zu legen, um den durchfallenden Strom mehr auf die Mitte der Schleusensohle, als an die Schleusenwände zu leiten.

§. 201. Zur Dauer einer jeden Schleuse trägt die Construction des Schleusendrempels wesentlich bey. Es mufs daher das Fundament desselben aufs sorgfältigste gemacht und dessen Theile selbst gut verbunden werden. Bauet man die Schleusen von Holz, so mufs, bey schlechtem Baugrunde, unter dem Drempel Fig. 57. ein Holzverband und eine Spundwand Fig. 60. und 61. statt finden; bey mittelmäfsigem Boden mag man die in Fig. 52. und 53. dargestellte Verbindung wählen.

§. 202. Wer nun die zu diesem Bande gehörigen Kupfer mit Aufmerksamkeit durchgeht, der wird über die Construction der Schleusenthore und Drempel die besten Beyspiele finden, um sich bey ähnlichen Fällen helfen zu können.

FÜNFTER ABSCHNITT.

BESCHREIBUNG DER MERKWÜRDIGSTEN SCHLEUSEN.

§. 203. Nachdem die Grundsätze des Schleusenbaues vorgetragen sind, so bleibt jetzt noch übrig, die befsten Schleusen in sofern es noch nicht geschehen ist, kennen zu lernen, um auch im Schleusenbaue das Gebiet der Erfahrungen zu erweitern.

Ich werde daher diese Abtheilung in dem fünften Bande fortsetzen, weil ich noch nicht alle wichtigen und bekannten Schleusen in Kupfer stechen lassen konnte; und ohne die figürliche Darstellung eine Beschreibung von wenig Nutzen ist.

§. 204. Zu den besten Schleusen können mit Recht die zu Havre, nach den Planen des verstorbenen Ingenieurs Lamblardie, erbaueten zwo neuesten Schleusen gezählt werden. Die eine heifst écluse de la Barre und die andere écluse de Communication 3. B. S. 424. Beyder Lage ist auf der 59ten Kupfertafel angegeben. Sie dienen, um während der Ebbe in den Bassins das Wasser zu der für die Flotthaltung der Schiffe erforderlichen Höhe aufzustauen. Die erstere dient überdies zur Spühlung des Vorhafens und hat daher an beyden Seiten der mit einem Stemmthore verschlossenen 36 Schuh breit seyenden Hauptöffnung zwey, zwölf Schuh weite, Nebenöffnungen, welche jede ein Drehthor und zur Sicherheit überdies ein Aufziehschütz hat. Was ihre Construction anbetrifft, so ist dieselbe bey beyden Schleusen gleich. Ich will daher, um die Kupfer nicht zu häufen, nur die *Vereinigungs-Schleuse* Tab. 69. 70. u. 71. beschreiben.

Ihre Benennung hat sie, indem sie das Bassin von Ingouville mit dem alten Bassin vereinigt und die Schiffe aus dem einen in das andere passiren läfst. Sie erhält ferner in dem erstern Bassin das Wasser zur gehörigen Höhe, wenn gleich das zweyte Bassin niedrig steht, und dessen Wasser durch eine andere Schleuse (*r* Tab. 59.) während der Ebbe abläuft.

§. 205. Diese Schleuse hat bey dem Drempel *dfe* (Fig. 7. Tab. 70.) eine Weite von 36 Schuh; ihre gesammte Länge beträgt 150 Fufs. Der Vorsprung des Drempels ist $\frac{1}{6}$ der Oeffnung *de*. Die aus Bruchsteinen und Werkstücken bestehenden Schleusenmauern, haben vier Fufs über den Schleusenboden, eine Dicke von 14 Schuh und oben von 9 bis 11 Schuh; ihre Schräge oder innere Böschung ist $\frac{1}{9}$ der Höhe. Weil der natürliche Boden ziemlich gut ist, so hat man die Schleuse blos auf einen Balkenrost Fig. 2. gegründet, worin die Balken auf $2\frac{1}{2}$ Schuh Abstand

gelegt sind; rund um denselben aber eine Spundwand geschlagen. Die Schleusensohle besteht aus einem 6 Schuh dicken Werkstücken-Gemäuer Fig. 11. Tab. 71. (*)

§. 206. Da die Schleuse manches Eigenthümliches hat, so will ich zugleich das Wesentlichste des Baues, wie er nach denen von mir darüber an Ort und Stelle im Jahr 1800. gesammleten Nachrichten geführt worden ist, erklären; und deswegen drey Kupfer dazu widmen.

In Frankreich hatte man schon längstens die Pfahlroste bey mittelmäfsigem Boden als überflüssig betrachtet und der Ingenieur Lamblardie machte daher den Vorschlag: beyde genannte Schleusen mit einer Spundwand zu umgeben und sie nur auf einen Balkenrost zu legen. Das Terrain war indessen hierzu nicht ganz günstig: denn es mufste, wie Tab. 59. zeigt, ein Theil der Vereinigungsschleuse in den alten Festungsgraben selbst gelegt werden, welcher den Eintritt von Quellwasser voraus sehen lies.

Der Bau ward mit der Absteckung und Aushebung der Schleusengrube Tab. 69; und mit der Aufführung des, das Wasser abzuhaltenden Dammes *o p*, welcher auch nebst der Laufbrücke *u u* zur Beyschaffung der Baumaterialien diente, gemacht. Insofern gegen dem alten Bassin zu eine feste Erdmasse stand, so war von dorther das Eindringen des Wassers nicht zu befürchten und über die ausgeworfene Baugrube ward eine andere Laufbrücke gelegt. Beyde Laufbrücken sind im Profil in Fig. 8. Tab. 71. angedeutet und darauf stehn die zwo Hebmaschinen.

Zur Einschlagung der Spundwände *l l*, *m m* u. s. w. Tab. 69, womit der Anfang gemacht wurde, nachdem die Schleusengrube ausgehoben war, diente das in *k k* im Grundrifs dargestellte mit Brettern belegte Gerüste, indem darauf anfänglich die

(*) Die über diese Schleuse führende Aufwindebrücke, welche in die Oeffnungen 12. 12. mit den zwo Enden herunter geht, soll im folgenden Bande, wo der bey Canälen vorkommende Brückenbau abgehandelt wird, beschrieben werden.

Rammen standen, von denen einige auch ausserhalb und in der Schleusengrube gestellt wurden.

Als die Hauptspundwand *m*, *l* fertig und die den Kay *g p*; welcher dicht an die Schleuse stöfst, begrenzende Spundwände angefangen waren, umfafste man zugleich die sich eingestellten Quellen *c* und *t* mit Dammplanken und schöpfte das Wasser mit Paternosterwerken und Tonnenschnecken aus. Das in der Schleusengrube sich gesammelte Wasser wurde aber in die Rinne *l n b* gegossen, woraus es bey *a* in den alten Festungsgraben flofs.

Jetzt wurden die Rammmaschinen weggebracht; die Grube vollkommen horizontal geebnet und tüchtig ausgestampft, wozu man, wenn ich recht berichtet bin, auch Mauerschutt verwendete. Da die gesammte Schleuse, wegen der Trockenhaltung in zweyen Abtheilungen gebaut wurde, so umschlossen die ersten Spundwände den Körper der eigentlichen Schleuse Fig. 2. Tab. 70. und die Reihen 15 und 17, die zwo Strebepfeiler Fig. 11. Tab. 71. Die andern Wände liefen längs dem Schleusencanal *c* Fig. 6. Tab. 70. hin, wie es die punctirten Linien zeigen.

Als die erste Bauabtheilung Fig. 2. 3. 4 und 5. mit der Spundwand umgeben, der Boden fest gestampft und geebnet war, wurde der Balkenrost so gelegt, wie es Fig. 2. zeigt. Darauf kam der Deckboden Fig. 3. zu liegen, der aus mehreren Planken bestand, als in der Zeichnung angegeben sind; den man calfaterte und mit warmem Schiffstheer begofs. Zum bequemen Herunterlassen der Baumaterialien dienten die liegenden Gerüste *k k*, welche in den verschiedenen Horizontalschnitten und einigen Profilen dieser Kupfer dargestellt sind; Zeichnungen, die der wifsbegierige Leser mit einander vergleichen wird.

Das merkwürdigste an der Construction der Mauern besteht in der Art, nach welcher die Werkstücke des Schleusenbodens geformt und gelegt worden sind, wovon ich bereits im 3ten Abschn. §. 92. Erwähnung that. Es ward nämlich die erste Schicht Steine dergestalt gelegt, dafs die Reihen 4, 6 u. s. w.

Fig. 4. Tab. 70, neun bis zwölf Zoll tiefer zu liegen kamen, als die Reihen 5, 7 u. s. w. Eine Construction, die aus den Figuren 8, 9 und 10. Tab. 71. recht deutlich wird und die bey Errichtung von Leuchtthürmen und Hafendämmen, Ueberlaſs- und Durchlaſswehren noch vortrefflicher als bey Schleusen, die dem strömenden Wasser nicht blosgestellt sind, ist; weil sie jede horizontale Verschiebung der Steinlagen fast unmöglich macht. Damit aber die schweren Seitenmauern nicht zu stark auf den Rost drücken und den Schleusenboden nicht heben sollten, so wurde in diesem die obere Steinschicht aus Gewölbsteinen Fig. 11. und 12 gemacht; welche Vorsicht jedoch die Aufbiegung des Schleusenbodens nicht ganz verhinderte, wie das in dem 92. §. bemerkt ist. Eine Vorsicht anderer Art und die das Aufheben des massiven Schleusenbodens, welches etwa von dem Senken der Seitenmauern, indem dieselben nicht auf einem Pfahl- sondern nur auf einem Balkenrost ruheten, entstehen konnte, gänzlich zu verhindern, bestand darin: daſs man über diesen Schleusenboden einen hölzernen Kasten (Fig. 9. Tab. 71.) errichtete und denselben mit Steinen füllte. Er stand auf eine solche Entfernung von den Schleusenwänden, daſs an denselben noch ohne Beschränkung des Raums gearbeitet werden konnte.

Wie nun der Bau der eigentlichen Schleusen-Durchfahrt, dessen obere Steinlagen Fig. 5. Tab. 70. zeigt, vollendet war, wurden in die Mauerfalzen, welche in Tab. 69. mit Puncten angegeben sind, zwey Balkenwände gelegt (Fig. 9. und 10. Tab. 71.) und der Zwischenraum *E* mit guter Erde ausgestampft, damit die Baugrube von dem Wasser des damahls ausgehobenen Bassins von Ingouville in die Schleuse nicht eintrat, und die Seitenwände bis zum alten Bassin aufgemauert werden konnten.

§. 207. Dieses Gesagte wird hinreichend seyn, mit Hülfe der verschiedenen Horizontalschnitte, die man allenfalls aufeinander kleben kann und der Verticalschnitte, welche die Arbeiten, so wie die Stellung der Hebmaschinen deutlich zeigen —

das Wesentlichste der Construction und des Baues von dieser Schleuse zu verstehen.

§. 208. Von den Auswässerungsschleusen, die zugleich Seeschleusen sind, ist diejenige, welche im Jahr 1735 bey Lutje-Schaardamm in Nordholland zwischen der Oudendyker-Vaart und der Südersee erbauet ward, eine der merkwürdigsten. Sie wird *den Hoorn* (Tab. 72.) genannt (3. B. S. 130.) (*); hat eine Weite von 21 Fuſs, 11 Zoll und ihr Flur liegt 95 Zoll unter die gewöhnliche Fluth. Sie hat drey Stemmthore, nämlich zwey Fluththore *k*, *i* und ein Ebbethor *l* Fig. 3. Das letztere hat zehn, das Fluththor *k* zwölf und das Sturmthor *i* $14\frac{1}{2}$ Schuh Höhe. Der Vorsprung des Drempels Fig. 5. Tab. 75. beträgt $\frac{1}{6}$ der Schleusenweite. Sechs Dammplankenwände gehn in der Queere der Schleuse durch, wovon die Planken 14 Zoll breit, 5 Zoll dick und 15 bis 26 Fuſs lang sind. Sie ruht fast auf zwey tausend Grundpfählen, die 8 Zoll bis 2 Schuh von einander entfernt und 26 Schuh in den Grund stehn. Auf dieselben ist ein vier Zoll dicker Plankenboden gelegt, über welchen Queerschwellen *a* oder *e* Fig. 3. Tab. 72. eine an die andere liegen, die mit einer Plankendecke überlegt sind. Alle drey Decken sind gut calfatert. Darüber hat man die Rostschwellen *g* gelegt, zwischen welchen die Felder *f* ausgemauert sind.

Diese Schleuse ist auch wegen der guten Ausführung des Ziegelgemäuers und wiewohl die Seitenwände 21 Schuh hoch sind und die Fluth oftmahls zehn Schuh hoch vor den Sturmthoren gestanden hat, so haben sie doch nur im Fundament 7 und auf der Oberfläche 6 Schuh zur Dicke. Der hölzerne Drempel ist

(*) Auf Tab. 72. sind davon a.) der Längendurchschnitt, b.) die perspectivische Ansicht Fig. 3., von der Landseite, c.) die von der Seeseite in Fig. 2., vorgestellt. Tab. 75. Fig. 5., stellt einige Lagen des Grundbaues dar. Die in diesen Zeichnungen gesetzten Buchstaben erläutern die Construction; und ich bemerke nur, daſs die zweyte Ansicht einen Queerbalken zeigt, welcher den kleinen Schiffen den Durchgang versagt.

gegen den Pfahlwurm mit Kupfer beschlagen und die Schleusenthore sind ohne Queerstreben gelassen, welche man sonst für nöthig gehalten hat, die aber sehr überflüssig sind.

§. 209. *Die Schleuse von Slykens*, nahe bey Ostende, ist eine der gröſsten und kostbarsten Schleusen in Europa (*). Sie soll dazu dienen 1.) den nach Brügge führenden Canal zu einer für die Schifffahrt nöthigen Höhe zu halten; 2.) dessen überflüssiges Wasser abzulassen; 3.) den Eintritt der Fluth in diesen Canal zu verhindern; 4.) die Schiffe während den Fluthperioden aus dem Brugger Canal in den Hafen von Ostende oder von diesem in jenen zu schleusen und 5.) die Hafenstraſse vor Ostende zu spühlen, d. i. tief zu erhalten. Die vier ersten Absichten sind mit ihr vollkommen erreicht, nicht aber die letzte: denn sie ist viel zu weit von der Hafenstraſse entfernt, als daſs sie dieselbe mittelst des Spühlstromes rein halten, vielweniger vertiefen könnte.

Ehe ich die Art und Weise zeige: wie die Schleuse construirt ist, will ich noch der ältern Schleuse, die nicht weit von der jetzigen stand, erwähnen. Dieselbe war von dem Ingenieur Dubiais, welcher auch die Schleuse bey Bousingen gemacht hat, bey dem Fort St. Philippe bey *tz* Tab. 62. i. J. 1740. erbauet und die Belidor beschrieben hat. Sie hatte, wie die jetzige Schleuse, drey Oeffnungen. Die eine diente zur Durchfahrt der groſsen Canalschiffe von 250 Tonnen Last; die andere zum Durchschleusen kleiner Schiffe (Belanders) und die dritte enthielt eine Spühlschleuse. Sie war aber zu leicht fundirt, indem weder die Seiten, die Mittelwände noch der Schleusenboden auf einen Pfahlrost gegründet war, wiewohl der Boden aus Triebsand bestand; ja es waren nicht einmahl die Felder des Rostes mit Mauerwerk,

(*) Auf Tab. 62. ist die Lage der Schleuse und auf Tab. 73 und 74. sind die Horizontal- so wie die Verticalschnitte derselben zu finden; welche demjenigen die Construction des Baues, für den sie ein vorzügliches Interesse hat, noch deutlicher erklären, als es durch eine Beschreibung geschehen kann.

sondern blos mit Thon ausgefüllt. Kein Wunder also! wenn die Mittelwände, zwölf Jahre nach ihrer Erbauung, einstürzten: und von den Seitenwänden nur ein Stück geblieben ist.

§. 210. Die jetzige Schleuse wurde des bessern Grundes wegen 300 Klafter von der alten, deren Seitenwände zur Etablirung von Fangedämmen dienten, wozu man einen Theil des Forts Philippe verwendete, weil dasselbe als zur Vertheidigung überflüssig betrachtet ward, in den Jahren 1754. bis 1756. erbauet. Sie kostet weit über zwey Millionen Gulden.

Diese Schleuse bey Slykens besteht (Tab. 73. N^ro. 1.) aus zwey Kammern *AA* und *CC*, welche jede zwey paar Fluth und zwey Ebbethore haben, um sowohl das äussere wie auch das innere Wasser zurück zu halten; ferner *b*, aus einer Spühlschleuse *BB*, deren Drehthor in *D* steht, (N^ro. 1. Tab. 73 und N^ro. v. Tab. 74); welches genau nach dem Drehthor der Asfelder Schleuse zu Calais construirt ist. Ausser diesen Oeffnungen sind in den Seiten- und Mittelwänden der Schleuse-Umläufe oder Aquäducte, deren Breite 5′ 11″ und deren Höhe 6′ 2″ beträgt, angebracht. Sie werden mit Schützen mittelst hölzerner Schrauben, wie die Grund- und Aufrisse zeigen, verschlossen. Durch dieselben soll das Binnenwasser ablaufen, welches zugleich einen Spühlstrom formiren sollte, der aber bey der grofsen Länge des Hafens von 1400 Klafter, ganz ohne Wirkung ist. Eben so unwirksam ist in diesem langen Hafen und dessen Strafse das durch die kleine Spühlschleuse laufende Wasser. Der Ingenieur, welcher die Reparatur im Jahr 1800 besorgte, sagte mir auch, dafs man sich dieser Spühlschleuse, über welche eine massive Brücke geht, in vielen Jahren gar nicht mehr bedient habe, weil der schlechte Effect durch die Erfahrung erwiesen sey.

Die Construction dieser Schleuse, welche die Grundrisse, Aufrisse und Durchschnitte (*) anschaulich machen, ist folgende. Das Sturzbett *S* und 2 in N^ro. 1, welches eine Länge von 85′ —

(*) Ich werde diese nach den beygesetzten Nummern angeben.

0″ 111‴ hat; und das auf der 73. Kupfertafel des Raumes wegen nicht ganz angedeutet werden konnte, besteht aus zwey Theilen. Der eine Theil *S*, dessen Länge 49′ 8″ 4‴ beträgt, besteht aus einem mit Verzäunungen versehenen Faschinenbau (*), welcher zwischen den $2\frac{1}{2}$ Schuh hohen Zäunen mit Steinen bedeckt ist. Der zweyte Theil (2) besteht gleichfalls aus solchem Faschinenbau, der aber noch mit einem Pfahl- und Schwellrost (mit einem Rostwerk) zwischen dessen Felder Steine liegen, bedeckt ist. Beyde Theile sind mit einer der Queere nach gehenden Plankenwand getrennt, die man nahe am rechtseitigen Rande von Fig. 1. sieht, und der erstere endet mit einer solchen Wand.

Der *Vorboden* (3), welcher von vier der Queer nach, wobey die vorherige gezählt ist, und der zweye der Länge nach laufenden Dammplankenwänden gegen das Vordringen des Wassers gesichert wurde, ist folgendermafsen construirt. Nach Einrammung der Dammplanken ebnete man anfänglich den Grund, rammte dann die grofsen und kleinen Pfähle (5) so wie die vier Dammplankenwände zwischen zwo Gurtungen ein und schnitt beydes, die grofsen Pfähle und Dammplanken sechs Schuh über den Boden, die kleinen runden Pfähle dem geebneten Boden gleich, genau wagrecht ab. Alsdann wurde auf den Pfählen ein Schwellrost (3) gelegt und der Zwischenraum mit Mauerwerk bis zur Oberfläche des Rostes von Ziegel- und Trafsmörtel ausgefüllt, nachdem man den Zwischenraum bis zu den Köpfen der runden Pfähle mit Mauerschutt ausgestampft und mit einer Lage Trafsmörtel begossen hatte. Auf dieses Mauerwerk und dem Schwellrost wurde ein dreyzolliger Plankenboden (4) und darauf ein zweyter vierzolliger gelegt, welche beyde in Fig. III. angegeben sind. Beyde hat man gut calfatert. In diesem letzteren wurden noch dicht nebeneinander plattköpfige eiserne Nägel eingeschlagen, um den Boden für das Einbohren des Pfahlwurms zu sichern; welche Vorsicht auch

(*) Dieser Faschinenbau ist von zwey Lagen Faschinen, wovon die eine nach der Queere und die zweyte nach der Länge der Schleuse liegt.

bey den Drempeln und Schleusenthoren, so weit sie vom Wasser bespühlt worden sind, angewendet ist.

Nach eben dieser Methode ist der Flur und so sind alle die Vorböden ausgemauert, welche, in dem Plan *Nro.* 1. mit einem Schwellrost angedeutet sind.

Die Gründung des Schleusenbodens der Seiten - und Mittelwände, so wie der Flügelmauern besteht aus Grundpfählen, welche auf einen Schuh Abstand geschlagen sind. In dem Mauerwerk selbst aber liegen die ersten Queerschwellen (Nro. III.) welche mit einem vier Zoll dicken Plankenboden bedeckt sind. Darauf sind wieder andere Queerschwellen die mit den vorigen correspondiren, gelegt. In diese sind aber dünne Streck - oder Längenschwellen eingelascht, die wieder von Queerhölzern bedeckt sind. Die Zwischenräume, welche diese verschiedenen Lagerhölzer lassen, sind mit Mauerwerk von Ziegelsteinen und Trafsmörtel ausgemauert. Alsdann bedeckt endlich ein doppelter gut calfaterter Plankenboden *k* das Ganze, dessen oberste Bohlen mit plattköpfigen eisernen Nägeln gegen den Bohrwurm bespickert sind, nachdem vorher die Fugen calfatert waren. Unter den Schleusendrempeln liegt noch eine vierte Reihe Queerhölzer, welche man in Nro. I. und III. findet.

Der Boden der grofsen Schleusenkammer besteht aus doppelten Faschinenlagen *A* und *G* (Nro. 1.), worüber dann der Länge nach Verzäunungen gezogen sind, welche man mit Ziegelgraus und Ziegelsteinen gefüllt hat. An den Seiten ist hierüber noch ein Rostwerk gezogen.

Das Profil Nro. IX. Tab. 74. zeigt die Flügel- dann die Separationsmauer und den Vorboden der kleinen Schleusen, so wie den Boden der grofsen Schleusenkammer. Die grofse Separationsmauer *EE*, worin sich ein Aquäduct befindet, ist zwar auf einen Pfahlrost aber auf keinen Plankenboden aufgemauert.

Was ich nun von der Construction dieser Schleuse weiter sagen könnte, das wird sich der aufmerksame Leser aus den verschiedenen, in Tab 73 und 74 gelieferten, Grundaufrissen und Pro-

ſilen erklären können. Ich will also nur noch bemerken: daſs auch mit dieser Schleuse eine der wesentlichen Rücksichten verfehlt ist, indem die Spühlschleuse viel zu klein ist, als daſs damit der Hafen gespühlt werden kann; daſs die Fundamente unter den Seitenmauren nicht gut gegründet seyn müssen, denn es sind einige Stellen daran ziemlich ausgebogen, wiewohl man eine Menge Strebepfeiler deren Anzahl auf dem Grundrisse und deren Stärke in Nro. vi. angedeutet ist, angelegt hat. Endlich hat die groſse Schleusenkammer viele Kosten verursacht, die man wohl hätte kleiner machen mögen: denn es wird sich selten treffen, daſs man acht Schiffe zugleich in oder aus den Canal von Brügge zu schleusen hat.

Wichtig ist nun diese Schleuse auch noch als Schutzschleuse gegen das hohe Meer. Daher glaubten denn die Engländer am 1ten Prairial Jahr 6 befugt zu seyn, dieselbe zu zerstören. Sie landeten mit einem Corps westlich Ostende; maschirten auf Slykens; legten in die Schützöffnungen der Aquäducte und in den Aquäducten der beyden Mittelpfeiler *AB* und *CD* (Nro. xi. und x. Tab. 74.) Pulver, zündeten dasselbe an und sprengten diese Pfeiler oder Mittelwände, so wie dies in den Figuren x. bis xiv. angedeutet ist. Ein Glück für Braband war es aber, daſs sie zu wenig Pulver in die Ein- und Ausgänge der Aquäducte gelegt hatten. Diese Mittelwände wurden also nicht gänzlich gesprengt, wie die angezogenen Figuren es zeigen und man war, nachdem die Landung der Engländer bekanntlich ein böses Ende genommen hatte, im Stande, zwischen den Fugen der Schleusenwände zwey Balkenreihen niederzulassen und den Zwischenraum mit Erde zu füllen.

Nachher im Jahr 1800. schritt die Französische Regierung zur Reparatur. Die Ingenieure lieſsen die vordere Balkenwände in die Fugen *kl* Fig. x. Tab. 74. setzen, wie es das Profil 15 zeigt, worin auch die Unterstützungsart deutlich dargestellt ist. Nachher wurden die Mauern abgetragen, bis man keine Sprünge mehr entdeckte und sodann dieselben von Neuem aufführte.

§. 211. Sehr merkwürdig ist die mittlere oder grofse *Auswässerungsschleuse von Rhynland* Fig. 1. 2. u. 3. Tab. 76., welche bey *Halfwege* zwischen Amsterdam und Harlem in dem Deiche, der die Südersee vom Harlemmer Meer trennt, liegt. Ihr Boden ist 8 Fufs unter der ordinairen Fluth gelegt. Sie hat zwey Stemmthore, welche gegen das Y zugehen und die sich öffnen, sobald das Harlemmer Meer höher als das Y steht, um die Auswässerung von Rheinland zu bewirken und das hohe Seewasser von Rheinland abzuhalten. Sie ist auf 2086 Pfählen gegründet; wovon jeder 42 Fufs lang und 10 Zoll dick ist; die nur auf 6 bis 12 Zoll Abstand geschlagen sind. Ueber diesen Pfahlgrund liegen auf 3 Zoll Abstand $1\frac{1}{2}$ Schuh breite und 10 Zoll hohe Rostschwellen *g*, darüber aber ein Plankenboden, dann Queerschwellen, auf zwey Schuh Abstand. Auf diesen liegt abermahls ein Plankenboden, dann Deckschwellen, worüber endlich der Deckboden, wie dies die erste Figur deutlich zeigt, gelegt worden ist, den man sorgfältig, so wie den ersten calfatert hat. Die Queerschwellen gehen drey Schuh in die Seitenmauern hinein und die Zwischenräume derselben sind mit Ziegeln ausgemauert. Auch bestehen die Seitenmauern gröfstentheils aus Ziegeln, wie diese aber gelegt sind, das zeigt die Figur 1. 2. und 6. Die letztere stellt nämlich das Fluththor dar und ist mit einem Aufziehschütz versehen, welches in dem an das Harlemmer Meer stehende Thor nicht angebracht ist. Die Drempeln bestehn aus Holz. Die zwey Reihen Spundplanken, welche durch die Schleuse gehen, sind 5 Zoll dick, 2 Schuh breit und 25 Schuh lang; sie haben eine schwalbenschwanzartige Falze. Die Schleusenmauern sind 15 Schuh dick und die Strebepfeiler haben eine Dicke von 3 und eine Breite von 10 Schuh. Der Vorsprung des Drempels beträgt $\frac{1}{5}$ seiner Länge.

§. 212. Ausser dieser Schleuse liegen bey Halfwege noch zwey andere, welche man die westliche und östliche Schleuse nennt. Diese drey Auswässerungsschleusen von Rhynland sind

im Jahr 1594 erneuert worden. Ihre Thore müssen alle 12 Jahr renovirt werden, wiewohl dieses bey andern Schleusen nur in 20 Jahren nothwendig ist, weil die Wellen dagegen heftig anschlagen. Man hat sie daher ehemals mit Balken zugestemmt, welches auch in dem Falle nothwendig war, wenn das Harlemmer Meer zu einer solchen Tiefe herabfiel, dafs die inneren Fahrwasser von Rhynland noch eben ihre Fahrtiefe hatten; folglich darf in solchem Fall, der innern Schifffahrt wegen, aus dem Harlemmer Meer kein Wasser in das Y ausgelassen werden.

Anstatt die Thore wegen dem Angriffe der Wellen mit Balken zuzustemmen, liefs der General-Inspector Brunings auf eine Entfernung von 55 Fufs dergestalt im rechten Winkel eine Pfahlreihe davor schlagen, dafs noch eine hinreichende Oeffnung für den freyen Abflufs des Wassers übrig blieb. (*)

§. 213. Von den *Spühlschleusen zu Fecamp* Tab. 74. hat jede zwo Oeffnungen von 15 Fufs Weite. Diejenige, welche eigentlich die Hafenstrafse spühlt, ist in Nro. 2. dargestellt. Uebrigens sind sie sich beyde ähnlich; nur dafs der anderen ihr Sturzbett 45 Fufs breit ist und dieses eine Breite von 80 Schuh hat, welches jedoch nur auf 39 Schuh breit mit Planken belegt ist. In jeder Oeffnung schlagen an einen gemeinschaftlichen Pfosten zwey Thore an. Die Seitenmauern sind $8\frac{1}{2}$ Schuh dick; über diese zwo, vom Ingenieur Kostin erbauete Schleusen, geht eine Brücke.

Zur gröfsern Sicherheit des Sturzbettes und Schleusenbodens hat er zwischen den Pfählen eine Steinfüllung von 4 bis 6 Schuh

(*) Da es mehrere Personen gab, welche diese Pfahlreihe als ein Hindernifs der bequemen Auswässerung von Rhynland betrachteten: so erschien zur Widerlegung folgende kleine intressante Schrift.

Memorie wegens onschadelykheid der Paalwerken, voor de Sluisen op Halfwegen, met betreking tot de ontlasting van het Boezem-Water, door C. Brünings Inspecteur General der Rivieren van Holland en Westvriesland van Rhynland etc.

hoch angelegt. Uebrigens ist die Construction einer solchen Spühlschleuse in den angeführten Figuren deutlich dargestellt und das Manövre des Auf- und Zugehens der Drehthore bereits vorne erklärt worden.

§. 214. Eine der merkwürdigsten Spühlschleusen ist die sogenannte *Donker Schleuse zu Gouda* in Holland (Tab. 79. Fig. 1. 2. 3. u. 4.) welche im Jahr 1770. durch die Gebrüder van Blanken erbauet ist. Sie hat zwischen den Thoren eine Weite von 15 Schuh und ihre Mauern sind unten 6 Schuh dick, ohne die Strebepfeiler zu rechnen. Ihr, aus einem Pfahlrost und zwo Balkenböden, welche zwischen sich eine Plankendecke haben, bestehendes Fundament und Schleusenflur ist vortrefflich construirt, wie dies die erste Figur zeigt. Sie besteht gröſstentheils aus Ziegelmauern und ist oben mit Werkstücken gedeckt. Das Fluththor ist in Fig. 3. dargestellt. Aus dem Grundrisse Fig. 2. ersehen wir, daſs zwey Paar Thore *A* und *B* sich gegeneinander stemmen und daſs zwey Flügel *D* und *C* oder *ac* und *be* von diesen Thoren sich hintereinander legen.

Das Spühl-Manövre dieser Schleuse ist folgendes. Wenn der vor Gouda vorüber gehende Ysselfluſs, bey dem offenstehenden Fluththor *l*, *m*, Fig. 1. die niedrigste Ebbe erreicht hat: so werden die zwo Paar Schleusenthore *A* und *B* gegen einander gestemmt oder geschlossen; die gegenüber stehenden Räume, welche zwischen den Thoren und der Schleusenmauer entstehn, werden mittelst denen in den Thorflügeln *B*, *C* befindlichen Schützöffnungen *fg* voll Wasser gelassen, nachdem vorher beym niedrigen Wasser die zwo Aquäducte oder die zwo Umläufe *h* verschlossen waren, um die Canäle der Stadt niedrig zu halten, indem dieselben von dem höhern Strom gespühlt werden sollen; welche Canäle mittelst einer anderen, mit der Yssel in Verbindung stehenden Schleuse sich ausleeren. Nachdem nun die, durch das geöffnete Fluththor *lm* hindurch tretende Fluth, die Höhe von 5 Fuſs und 4 Zoll erreicht hat, folglich auch die zwischen

den Thoren triangelförmigen zwo Räumen eben so hoch voll Wasser gelaufen sind, so werden die Schütze in den Umläufen *h* geöffnet; das Wasser läuft also aus den zwo Räumen hinaus und die Fluth drückt daher gegen die Thorflügel *C* und *B*, welche die andere zwo *AD* an ihrer äussern Seite herschieben. Auf diese Weise legen sich zwo Thorflügel hintereinander, wie es in *CD* gezeichnet ist; und die Fluth strömt durch die Schleuse in die innern Canäle der Stadt, um dieselben tief, das ist vom Schlamm rein, zu erhalten.

§. 215. Auf eine ähnliche Art wird das Spühl-Manövre der Schleuse bey Schiedam Fig. 5 und 6, welche eine Breite von 30 Schuh hat; an deren Schleusenthoren messingene Frictions-Rollen befestigt sind; welche auf messingen Ringen *ki* laufen. Die Construction dieser Schleusen und wie die Zwischenräume zwischen den 4 Flügeln und den Seitenmauern mittelst den Umläufen geleert werden, dies zeigen die citirten Figuren. Hier tritt also der Umstand ein, dafs der Spühlbusen hinter dem Fluththor liegt, wo er bey der Schleuse von Gouda davor steht und folglich bey Schiedam die Hafenstrafse mittelst der Schleuse gespühlt wird und bey Gouda die Canäle der Stadt, welche oberhalb der Schleuse liegen. Wie aber beyde Schleusen construirt sind, dies zeigen die angezogenen Kupfer, ohne weitläuftige Erklärung; woran auch ersichtlich ist, dafs bey Spühlschleusen die Sturzbetten eine bedeutende Länge haben, die, zum besten, das Dreyfache der Schleusenöffnung seyn mag.

§. 216. Die dritte Spühlschleuse der Art liegt *auf dem Canal ohnweit Emden* Tab. 89. Fig. 70, 71. u. 72. Sie ist von Holz erbauet, hat einen doppelten Balkenboden und darüber geht eine Drehbrücke. Ihre Construction ist aus den angezeigten Figuren, ohne eine weitläuftige Beschreibung zu entnehmen.

Die vierte, dieser Einrichtung ähnlichen Spühlschleuse, werde ich im fünften Bande beybringen.

§. 217. Die neueste und gröſste in Frankreich erbauete Spühlschleuse Tab. 79. Fig. 7. ist von Cessart *in dem Hafen Dieppe* angelegt, aber auch schon wieder eingestürzt. Sie ist lediglich auf ein Schwellrost gegründet und ihre schweren Pfeiler, die allerdings in dem dortigen Boden einen Pfahlrost gebraucht hätten, haben sich gesenkt. Als ich sie i. J. 1800 sah, war sie schon ihrem Schicksal überlassen. Ihre Drehthore Fig. 8 bis 10 (*) sind sehr schwer. Sie waren bey meiner Anwesenheit bereits aus der Schleuse weggenommen und ich kenne sie blos aus einer Zeichnung und das Manövre aus einer mündlichen Erklärung. Die Thore wurden nämlich verschlossen, wenn der Pfosten *e* Fig. VII. nach der langen Seite der Schleuse in der Queere gestellt wurde. Dies konnte geschehen, wenn man die zwey im Grundriſs bey *a*, *b*, *c* und *d* angegebenen Ständer, die mittelst Bänder-Charniere zusammen hiengen, von einander entfernte. Sollten die Thore offen gehn, so muſste die schmale Seite des Drehpfostens gegen den Endeständer der Schleuse gerichtet seyn, welcher daher vor demselben vorbeystrich. Man hat die Seitenmauern und Pfeiler in Kästen Fig. 9. aufgemauert. Damit ein solcher Kasten genau horizontal gelegt werden konnte, so war es nothwendig, den Grund zu ebnen und hierzu diente der Floſswagen Fig. 28 bis 33.

§. 218. Bey Gelegenheit des Vorschlages zu dieser Schleuse, hat ein Französischer Ingenieur eine andere bis dahin unbekannte Vorrichtung zum Oeffnen der Thore an Spühlschleusen, erfunden. Es ist dasselbe in Fig. 23 bis 27 dargestellt. Der Pfosten *DCFG* Fig. 23, an welchem der Seitenständer *AC* des Drehthors *HI* anschlägt, kann nämlich mittelst einer, mit einigen Getrieben *E* versehenen Stange in Bewegung gesetzt werden, indem dieselbe oberhalb mittelst eines Schlüssels umgedreht

(*) Die Fugung der Steine von der Anschlagschwelle ist in Fig. X und XI dargestellt. Fig. XIII ist der Grundriſs des Drehthors.

wird. Ihre Getriebe greifen bey *ff* Fig. 27. in die Kerben 1. 2. 3. des beweglichen Ständers *DCFG*, Fig. 23. welcher unten auf zwey Rollen *m* Fig. 26. sich bewegt. Derselbe wird also vorwärts gegen das Drehthor oder rückwärts vor dasselbe geschoben, je nachdem es verschlossen oder geöffnet werden soll; damit dieser Ständer nicht an die Mauer stöfst, so hat er seitwärts zwey Rollen Fig. 1. und zweye mit einer Rolle *f* versehene eiserne Bügel *fg*; der Drehpfosten der Schleuse ist in Fig. 24 und 25 dargestellt.

§. 219. Unter den Spühlschleusen von mittler Gröfse ist die *zu Treport* Tab. 79. Fig. 20. 21. und 22. eine der besten. Sie hat zwey Oeffnungen; jede zu 16 Fufs. Der Mittelpfeiler ist $6\frac{1}{2}$ Fufs dick und da die Schleuse zugleich eine Brücke ist, so hat derselbe eine Länge von $19\frac{1}{2}$ Schuh. Die Seitenmauern sind 5 Fufs dick und 17 Fufs hoch. Jeder Drehflügel *dc*, Fig. 21. oder *A* und *B* Fig. 20. hat $7\frac{1}{2}$ Fufs zur Breite. Der Pfosten *a*, an welchem zwo Thore anschlagen, kann von einem, mit der Brücke in Verbindung stehenden Balkenlager mittelst eines Drehbaumes, der dadurch gesteckt wird, gedreht werden, so dafs, wenn die Thore offen schlagen sollen, er nach der schmalen Seite zu stehen kommen mufs, wo sodann das, auf seinen Drehständer *b* Fig. 21. ruhende Thor die Richtung *ef* annimmt und die in dem Spühlbusen bis zum Fluththore angeschwellte Wassermasse durch die Schleuse strömt. Soll dann beym Eintritt einer abermahligen Fluth das Wasser vor der Schleuse gestaut werden, so wird der Drehpfosten *a* in der Queere der Schleusenöffnung gestellt und das Drehthor *fe* nach *cd* gedreht; wo es sodann vollends von dem strömenden Wasser an den Drehpfosten *a* angedrückt wird.

Die Seitenmauern dieser Schleuse haben einen Pfahlgrund; der Flur aber nur einen Schwellrost. Als ich sie im Jahr 1800 sah, konnte des schlechten Zustandes der Hafendämme wegen, damit nicht gespühlt werden. Nach ihr sind die Schleusen bey Cuxhaven gebauet.

§. 220. *Was die Construction der am Seehafen Nieuwendiep, auf den Canälen in Languedoc und Bourgogne gelegenen Schleusen anbetrifft*: so ist dieselbe bereits in verschiedenen Stellen dieses Werkes erörtert und Tab. 77, 78 und 81. stellen das Nähere derselben deutlich dar. Es ist daher eine ermüdende Wiederhohlung überflüssig.

Auf dieser letztern Kupfertafel sind es die 6. 7. 14. 15 u. 16. Figur, welche eine Schleuse auf dem Canal von Charollois in Bourgogne darstellen. Die Schleusen dieses Canals unterscheiden sich von allen übrigen Schleusen dadurch, daſs ihre Fallmauer und Oberhaupt eine Gewölbe-Kammer formirt und die Füllung der Kammer mittelst zwoer verticaler Schächte geschieht, welche mit einem Kreisstück verschlossen werden.

§. 221. Fig. 8. 9. 12 und 13. stellen die auf einigen Englischen Canälen erbaueten Schleusen, gröſster Gattung vor, darin Fig. 13. *w* und Fig. 9*g* das obere Thor. Gefüllt werden diese Schleusen durch schiefliegende Umläufe *f*; geleert mittelst Ziehung derer in dem untern Thor Fig. 12. befindlichen Schütze *h*. Das Eigne des Mauerwerks dieser Schleusen besteht darin, daſs in demselben eiserne aneinander geschmiedete Stangen *e* Fig. 9. liegen, welche kostbar sind und die Festigkeit wenig vermehren.

§. 222. Die Schleusen auf dem *groſsen Vereinigungs-Canal* (The grand Junction Canal) in England sind in Fig. 10. 11. 17 und 18. dargestellt. Sie wurden auf sehr festen Boden erbauet und haben deswegen ein dünnes Ziegelgewölbe zu ihrer Sohle. Die Füllung und Ausleerung geschieht mittelst rund gemauerten Umläufen, die eine viereckigte Oeffnung haben und mit Aufziehschützen verschlossen sind.

§. 223. *Die Schleusen auf dem Canal des Herzogs von Bridgewater* sind so construirt, wie die 1. und 2te Fig. zeigen. Von andern Schleusen unterscheiden sie sich dadurch, daſs ihre Umläufe *cdb* und *hif* ausserhalb den Seitenmauern gelegt sind, wel-

ches eine nachahmungswerthe Vorsicht ist, weil dabey die Schleusenmauern verschont bleiben, wenn gleich die Umläufe beschädigt sind. In *d* und *i* stehn die Vorrichtungen zum Aufschrauben der Aufziehschütze, welche denen in Fig. 25. Tab. 89. ähnlich sind. Aus der untern Kammer wird aber das Wasser durch die Thorschütze ausgelassen; die 8 Schuh hohen Fallmauern bestehen aus Quadern. Ein gleiches gilt von den einzelnen Schleusenkammern. Die mehresten von diesen Schleusen haben nicht blos einen Schwell- sondern auch einen Pfahlrost und der Schleusenboden ist mit doppelten calfaterten Planken belegt. Sie würden ohne Zweifel eine längere Dauer versprechen, wenn sie mit einem Sturzbette versehen wären.

§. 224. Auf dem Canal zwischen *Oxford und Coventry* sind die Schleusen Fig. 3. 4 und 5. grösstentheils von Ziegeln auf einen Schwellrost erbauet. Einige haben einen hölzernen Boden mit doppelten Plankenlagen; bey andern besteht der Boden aus in Trasmörtel gesetzten Ziegeln. Sie haben zwey Umläufe. Das Schütz *f* wird mittelst einer Welle und Haspels aufgezogen. Der oberirrdische Umlauf *ab*, womit sie sich von vielen andern Schleusen unterscheiden (dessen in Stufen abgetheilter Boden, wodurch die Geschwindigkeit des Wassers vermindert wird, ist in Fig. 4. gezeichnet, wo *a* die Fallmauer macht) dient: um aus den obern Canalhaltungen das Schnee- und Regenwasser bey Zeiten abzuführen, damit es die Canalufer nicht übersteigt. Das obere Thor besteht, aus einem Flügel, d. i. aus einem Anschlagthor das untere, worin sich die Schütze zum Ablassen des Wassers befindet, ist ein Stemmthor. Da, wo der Boden locker ist, gehn unter der Fallmauer und dem untern Drempel Spundwände durch; so wie an beyden Enden der Schleuse; wiewohl in Fig. 3. nur ein bloser Schwellrost angedeutet ist, den auch die mehresten Schleusen dieses Canals allein haben.

§. 224. Der merkwürdigste *Schleusenfall* von mehreren aneinander liegenden Schleusen ist der *von Fonserane* (Tab. 76.

Fig. 1. u. 2) auf dem Canal von Languedoc. Es sind hier acht Schleusen aneinander gehangen. Er ist 145 Toisen lang und bildet einen Fall von 66 Schuh, so dafs jede Fallmauer 8 Fufs 3 Zoll hoch ist. Von demselben kömmt man in die 27532 Toisen lange Canalhaltung von Fonserane. Alle diese Schleusen sind ohne einen Rost, von Bruch- und Quadersteinen erbauet und der auf Tab. 77. dargestellten Schleuse von Gardouche ähnlich.

Drey Meilen von diesem Schleusenfall ist der Canal auf 80 Toisen durch einen Berg, wo er 19 Schuh breit ist, geführt. Fig. 1. *a b c d* Tab. 80. stellt dies Gewölbe dar, welches das Gewölbe von Malpas heifst, das 22 Fufs hoch ist und über sich eine aus Schalthieren und Kreide bestehende Decke von 40 Schuh hat. Auf 25 Toisen ist es nicht blos aus dem natürlichen Erdboden ausgehauen sondern gemauert und 50 Toisen gehen die Canalwände bis zur Oberfläche des Erdreiches hinauf. Ich erwähne dieser unterirrdischen Canalstrecke blos deswegen, um auf Tab. 80. nicht zu viele Figuren unerklärt zu lassen, da von einigen erst im 5ten Bande die Erklärung folgt.

ACHTE ABTHEILUNG

DER

WISSENSCHAFT DES WASSERBAUES.

Von der Anlegung der Canäle und Schiffbahrmachung der Flüsse.

Einleitung.

§. 1. Dafs einige des Wasserbaues Unkundige behaupten: die Entwerfung und Ausführung der Canäle erheische tiefere Kenntnisse in der Wasserbaukunde als die Schiffbarmachung der Flüsse, ist leicht erklärbar, denn die mehresten Anlagen dabey: als Brückwasserleitungen, grofse Wasserbehälter u. dergl. fallen mehr ins Auge wie die Arbeiten mittelst welcher man den Lauf der Flüsse verbessert. Der Kenner würdigt aber solche hydrotechnische Unternehmungen, nach der Anstrengung und Ueberlegung, welche sie erfordern und nach dem aus dieselben für den Staat resultirenden Nutzen. Er giebt, in Hinsicht der Hydrotechnik, der Kunde, die Flüsse schiffbar zu machen, den Vorzug vor dem Canalbau, da er es weifs, dafs sie nicht nur die Anlegung der Schleusen, Brücken, Wehren; die Verbesserung derer längs den schiffbahr zu machenden Flüssen liegenden Mühlen; sondern auch die Flufs- und Deichbaukunde umfafst, ja! öfters selbst die Aufführung ganzer Canalstrecken mit Schleusen und Brückwasserleitungen erheischt. Ich will demnach zuerst das Leichtere, d. i. den Canalbau und nachher das Schwierigere, d. i. die Schiff-

bahrmachung der Flüsse vortragen. Diese beyden Gegenstände entlehnen jedoch viel vom Schleusenbau und haben mehrere andere Anlagen gemein, als da sind: Wehre, Aquäducte u. s. w. Es ist demnach nothwendig, da der Schleusenbau bereits abgehandelt ist, einen Abschnitt über den Wehrbau u. d. gl. Anlagen vorauszuschicken, ehe ich zum Canalbau selbst übergehe.

ERSTER ABSCHNITT.

Von den Wehren und Ableitungen des Wassers; von den Brückwasserleitungen; Wasserdurchlässen, (Aquäducten); den Zuführungs- oder Leitgräben, welche in Beziehung auf die Anlegung der Canäle und Schiffbahrmachung der Flüsse nothwendig werden; endlich von den Wasserbehältern; und den Brücken über Canäle.

I. *Erklärungen.*

§. 2. *Die Wehre* sind im Allgemeinen solche Bauwerke; welche die Anschwellung der Gewässer bis zu einer beliebigen Höhe möglich machen und in dieser Hinsicht nennt man sie auch wohl *Stauwehre.* Führen dieselben das Wasser auf die Räder einer Mühle einer Schmelzhütte oder eines Hammerwerkes, so heiſsen sie, *Mühlwehre*, *Hüttenwehre*, *Hammerwehre* u. s. w. Da die Wehre dergestalt eingerichtet seyn sollten, daſs sie die Gewässer nicht zu einer für die Fluſsgegenden nachtheiligen Höhe anschwellen, so fallen über deren Rücken auch die Hochgewässer ab und in dieser Hinsicht können dieselben *Ueberfall-Ueberlaſswehre* oder *Oberflächliche - Ablässe* genannt werden; wenn sie nämlich das Hochgewässer seitwärts des Flusses oder Canals abführen: folglich Einschnitte in die Ufer der Flüsse und Canäle bilden. Werden aber in einem Wehre Oeffnungen ge-

macht, um darin Schütze oder Balken einzusetzen und daraus wieder herauszuziehn, damit das Gewässer in kurzer Zeit aufgeschwellt oder auch erniedrigt werden kann und betragen diese Oeffnungen eben so grofsen oder noch einen gröfsern Raum, als die solide Masse des Wehrs: so heifst diese Anlage ein *Ablafs-* oder *Durchlafs - Wehr*, (Fig. 5. Tab. 76.) wenn nämlich die Oeffnung den Eisschollen eine freye Passage gestattet. Hat der Ablafs wenig massives Werk, sondern blos für die Schütze Widerlager oder Seitenständer und *eine* mit einem Schütz verschlossene Oeffnung, siehe 7te Abth. §. 3. so ist dies ein *Ablafsschütz* Fig. VI. Tab. 80. Gehen dergleichen Ablafs-Oeffnungen bis auf den Boden des Flusses; so heifsen sie *Grundablässe.*

§. 3. Da ich hier von den Seitenablässen rede: so mufs ich auch der *heberförmigen* Fig. IV. *a b c* u. *d* Tab. 80. erwähnen und gleich ihre Beschaffenheit erklären. Sie sind, meines Wissens, bis jetzt erst an dem Canal von Languedoc in Anwendung gebracht und der dabey angestellte Ingenieur, H. Garipuy ist ihr Erfinder. Einer dieser heberartigen Ablässe ist an dem Ufer jenes Canals im Jahr 1776. ohnweit Capestang und der andere zwey Jahre später bey Ventenac erbauet. Jeder Ablafs hat zwey Durchgänge. Deren zwey Schuh über die Canalsohle liegende Saugeöffnungen sind in *a a* und deren Ausmündungen in *c c* angedeutet. Diese letztern endigen sich an ein, tiefer als die Sohle des Canals liegendes massives Sturzbette *g i* Fig. IV. *d.* Des Ablasses vordere Mauern sind bey *m m*, im Canal abgerundet, damit das seitwärts durch denselben abströmende Wasser in der Canalwand keine Auswühlung hervorbringe.

Beyde Heber sind von gleichen Dimensionen, nämlich 4 Schuh breit und 18 Zoll hoch. Da der untere Theil der Heberbiegung *b* mit dem zur schiffbahren Höhe stehenden Canal wagerecht liegt; so sieht man, dafs das Wasser des Canals sich 18 Zoll erheben mufs, um die obere Heberkrümmung bey *b* zu erreichen, den ganzen Heber anzufüllen und so, mittelst des Drucks der Atmosphäre, die Wirkung der gewöhnlichen Heber hervor-

zubringen. Begreiflich würde der ins Spiel gebrachte Heber nicht eher aufhören, das Wasser des Canals abzuführen, bis dasselbe zwey Schuh über die Canalsohle, das ist, bis zu den Saugeöffnungen *a a* gefallen ist. Man hat daher, zur Ersparung des unnöthigen Wasserverlustes und zur steten Erhaltung des Canals bey schiffbahrer Höhe, in jedem Heber ein sechs Zoll im Quadrat grofs seyendes *Luftloch k* Fig. IV. *a* und *c*, folglich an jedem Ablafse *zweye* angebracht und zwar 18 Zoll unter dem ordinairen Wasserstande des Canals; welche mit der Heberkrümmung in Verbindung stehn. So wie nun das Wasser unter diese Luftlöcher *k k* herab gefallen ist, tritt die Luft hinein und das Spiel des Hebers ist unterbrochen. Steigt es aber über dieselben, so beginnt das Spiel des Hebers von Neuem. Werden sie verschlossen, dann kann der Canal bis zwey Schuh über dessen Sohle abgelassen werden; folglich wirkt sodann der Heber als Grundablafs. Bey dürrer Jahreszeit, wo der Canal kein Wasser zu verlieren hat, werden die zwo Oeffnungen *a a*, mittelst in der Mauer gesenkter Schütze, zugemacht.

Diese Werke sind, wie die citirten richtigen Zeichnungen zeigen, mit Verstand und Sachkenntnifs construirt. Ja, an solchen Constructionen erkennt man gleich den geübten Practiker, welcher auf alle Umstände sorgfältig achtet, d. i. hier sowohl die Festigkeit des Werkes, als dessen Zweck in Ausführung bringt; mithin auch die Steine so zu legen versteht, dafs das Ganze von Dauer sey. Diese heberartigen Ablässe vereinigen also die Wirkungen, welche man mit den gewöhnlichen Grundablässen oder auch mit den oberflächlichen Ablässen hervorbringt. Sie sind daher bey allen ähnlichen Fällen neben den Mühlen und andern Maschinen mit Nutzen anzuwenden.

Wehre ähnlicher Art, oder *Grund-Abläfse* sind solche Wehre, welche dergestalt eingerichtet sind, dafs sie, mittelst ihres schnellen Oeffnens, die Hochgewässer, welche Ueberschwemmungen hervorbringen würden, verhindern; folglich von den Flufsgegenden frühe genug das Wasser abzapfen oder eine zweckmäfsi-

ge Entwässerung thunlich machen. Man kann sie deswegen *Entwässerungswehre* nennen. Liegen sie im Flusse selbst Fig. 3. Tab. 76: so dienen sie, während beym niedrigen Stande desselben ihre Oeffnungen mit Balken oder Schützen verschlossen sind, zur Aufstauung des Wassers bis zu solcher Höhe, welche für die Betreibung derer längs dem Flusse liegenden Mühlen und Maschinen aller Art nothwendig ist. Stauen sie den Flufs wegen der Schifffahrt auf, so nennt man sie *S*chiffs-Durchlässe (pertuis).

Dammwehre oder *Wehrdämme* Tab. 80. Fig. 111[a] und 111[b] sind solche Wehre, die über die höchsten Gewässer emporsteigen und dieselben nur durch ihren innern Bau abfliefsen lassen, Man legt sie vor Mühlteichen und Wasserbehältern an, wie dann an dem Bassin von St. Ferriol der citirte Wehrdamm liegt.

Soll über ein Wehr dem Canal das Wasser nur in bestimmter Menge zufliefsen, so nennt man dasselbe: *Zuführungs-Wehr* Fig. 11. *a. b. c.* Tab. 80. Es hat zugleich die Bestimmung, Materialien, als Steine u. d. gl. oberhalb zurück, also vom Canale abzuhalten. Zuweilen schliefsen solche Wehre die Materialfänge oder Bassins, worin sich das Material des Speisecanals sammlet, vom Canal ab, Tab. 76. Fig. 10 und 11. Es sind also Stauwehre, (Batardeaux.); Ablafswehre (Decharges); Grundablässe, Epanchoirs, ou Decharches à fond); Ueberfallwehre (Déversoirs); heberartige Abläfse (Epanchoirs à siphon); Entwässerungs-Wehre (Epanchoirs de fond); Wehrdämme (Reversoirs ou Digues); und Schiffsdurchlässe, passelis ou pertuis auch épanchoirs mobiles genannt, die der Wasserbaumeister anzulegen hat.

§. 4. Die *Brückwasserleitungen* (Ponts aqueducs T. 82.) sind nichts anders als grofse, über Bäche und Flüsse hingelegte massive, hölzerne oder eiserne Gerinne, die oben offen sind, oder auf Pfeilern und gemauerten Bogen ruhende Wasserleitungen und die die Wände desjenigen Canaltheils, welcher queer über ein anderes tiefliegendes Gewässer läuft, ausmachen; worin also die Schiffe ihren Lauf verfolgen.

Werden unter dem Canal kleine Bäche oder Gräben mittelst Gewölben oder Holzwänden durchgeführt: so heiſst die Anlage ein Wasserdurchlaſs (Aqueduc) Tab. 80. Fig. v. und viii *a* bis *f*. Dieselben steigen auch wohl in Gestalt eines Hebers an der einen Seite unter der Canalsohle hinab und an der andern hinauf.

Die *Leitgräben* werden angelegt, um die Canäle mit Wasser zu versehen und deswegen nennen sie einige auch *Speisecanäle*.

II. *Von dem Bau der Wehre aller Art.*

ENDE DES VIERTEN BANDES.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS.

Errata.

Die Leser werden ersucht, vor Durchlesung des Werkes diese Errata mit Bleyfeder zu corrigiren.

Seite	Zeile	statt	lese man
9	23 v. o.	*g*	*g* Fig. 4.
25	6 —	Schifferfahrzeuge	Fischerfahrzeuge
31	4 v. u.	Muhldeiche	Mühlteiche
49	3 —	Fig. *b*	Fig. 65.
77	12 v. o.	hinführt	hinfahrt
80	16 —	entladen lassen	entladen lassen, die besten
94	7 —	Enschflufs	Etschflufs
101	6 —	Sanddämme	Seedämme
108	24 —	21.	65.
157	13 —	Blockgerüste	Bockgerüste
157	23 —	Deiche	Teiche
159	1 v. u.	3 und 5.	13.
162	17 v. o.	*D*	Fig. *D*
162	21 —	*b*	*b* Fig. 21.
162	26 —	*q*	*q* Fig. 22.
163	4 —	Fig. 23.	Fig. 22 und 23.
163	22 —	vier	drey bis vier
163	4 v. u.	$3\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$
175	13 v. o.	*y*	*g*
176	4 v. u.	29	28^b
176	1 —	*x*	*x* Fig. 26. Tab. 91.
179	8 —	(**) fällt weg	
183	17 v. o.	Veronischen	Veronesischen
185	3 —	eine	einem
185	6 —	Winde	Winden
186	7 v. u.	überschlächtigen	unterschlächtigen
188	2 —	druckte	drückten
196	13 v. o.	Fig. 41.	Fig. 41. Tab. 91.
199	2 v. u.	Stofskurbeln	Stofskurbeln *g b* Fig. 39.
205	11 v. o.	nm	in
210	4 v. u.	Drehsturz	Drehsterz
218	bey 5.) in der Tabelle mufs es heifsen statt Austrocknung — Nieucoopsche Austrocknung		
219	21 v. o.	ihre	ihr
227	21 —	{ *e* { *l*	*e d* *l* Fig. 2.
229	21 —	Scheerentonkel	Scheerentakel
233	11 —	Ganik	Gajak
233	6 v. u.	Rofs	Flofs
235	4 v. o.	*r*	*k*
240	10 —	dem	den
240	17 —	pilotes	pilotis
242	1 —	Bärenschwere	Barschwere
242	3 —	5	5 Fufs
242	17 —	der	den
242	4 v. u.	wurden 5	wurden täglich 5
243	22 v. o.	oder	der
245	2 —	18	19
245	12 v. u.	platt	glatt
245	6 —	Mardüker	Mardyker
246	9 v. o.	Verrichtung	Vorrichtung
251	1 —	Arbeiter	Arbeiten
262	13 —	drey	der
267	18 —	Flasche 1,	Flasche + 1,
271	6 v. u.	Göbel	Göpel
281	21 v. o.	langsamer	geschwinder
287	5 —	Carbure	Carburi
297	29 —	Stahmriegel	Rahmriegel
301	7 —	Bauwerke	Bauwerken
311	1 v. u.	Mörtel	Sand
323	6 —	Brückenruther	Brückenruthen
327	14 v. o.	Abtiefung	Abteufung
328	1 —	Stutzpfähle	Stützpfahle
329	20 —	abgestrift	abgesteift
334	12 v. u.	rein	kleinkörnig
348	19 v. o.	Beriers	Beziers
356	17 —	§. 25 bis 35.	§. 79 bis 86.
356	18 —	§. 26 bis 43.	§. 87 bis 94.
373	21 —	mufs es heifsen:	werden Duc d'albes in solche Sinkstücke
392	1 —	Kasten	Kosten
393	2 —	Errichtungen	Einrichtungen
394	7 —	Seil	Siel
397	16 —	Kammerschleuse	Kammerschleusen
403	1 —	76	73 u. 78.
403	8 —	*e*	*c*
408	22 —	89	89 bewerkstelligt
411	6 —	nach der	die
411	7 —	denn	dann
412	19 —	ein	im
413	12 —	verläfst	verlöfst
425	28 —	$y=\sqrt{\frac{a^3}{10^b}}$	$y=\sqrt{\frac{3a^3}{10^b}}$
436	10 —	den	die
459	4 —	Cubicdollen	Cubi - Dollen
460	3 —	Aufliegen	Aufbiegen
460	4 v. u.	Ziegelmäuer	Ziegelgemäuer
462	6 v. o.	Schleuse	Schleusen
462	7 —	Steinlage	Steinlagen
463	3 —	Fahrwerk	Fachwerk
464	2 v. u.	Vertaate	Verlaate
464	17 —	und darin	und mufs darin
466	10 v. o.	Deichwasser	Durchmesser
475	11 v. u.	Ziegelgemäuers u.	- Ziegelgemäuers merkwürdig und
476	11 v. o.	vor	von
477	17 —	Schleuse-Umläufe	Schleuse, Umläufe
482	11 v. u.	Kostin	Kastin
484	10 v. o.	wird	ist
485	7 v. u.	dasselbe	dieselbe

Bey Fig. 62. Tab. 84. ist der Wasserstand mit *xy* zu bezeichnen.

Bey Fig. 21. Tab. 91. ist anzumerken: dafs die Länge des Schaufelwerkes, des vorhandenen Raumes wegen, abgekürzt werden mufste. Deswegen sind auch die Arbeiter von sehr kleiner Statur ausgefallen.

479	12 —	[illegible]	verbalt
454	23 —	$y = \sqrt{[illegible]}$	$y = \sqrt{[illegible]}$
[illegible]	[illegible]	den	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	Aufliegen	Auflegen
[illegible]	4 v. u.	Ziegelsteine	Ziegelgewölbe
461	6 v. o.	Schleuse	Schleusen
462	7 —	Steinlage	Steinlagen
463	3 —	Fahrwerk	Fachwerk
464	2 v. u.	[illegible]	Verlasen
466	17 —	[illegible]	und muß daß
466	10 v. u.	[illegible]	Durchmesser
475	11 v. u.	[illegible]	Ziegelgewölbes schwürig und
476	11 v. o.	von	von
477	17 —	[illegible]	Schleuse, Umläufe
482	11 v. u.	Kasbe	Kastia
484	10 v. o.	[illegible]	ist
485	7 v. u.	derselbe	dieselbe

[illegible] 54. ist der Winkelpunkt mit xy zu bezeichnen.

[illegible] ist anzunehmen, daß die Länge des Schaufelwerkes, des vorhandenen Raumes [illegible] werden mußte. Deswegen sind auch die Arbeiter von sehr kleiner Statur [illegible]

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wiebeking, Carl Friedrich <<von>>,

Allgemeine Auf Geschichte Und Erfahrung Gegründete Theoretisch-Practische Wasserbaukunst

Bd.: Vierter Band : Mit Drey Und Zwanzig Kupfertafeln

Darmstadt 1805

Res/4 A.hydr. 94-4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10871928-3
VD18 90735226